Die Amberger Erzlagerstätten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

philosophischen Fakultät Sektion II

der

königl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ernst Kohler
Kandidat des Berg- und Hüttenwesens

am 1. Juli 1902.

Abdruck aus den Geognostischen Jahresheften 1902. 15. Jahrgang.

München.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn, München.
1902.

Die Amberger Erzlagerstätten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

philosophischen Fakultät Sektion II

der

königl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ernst Kohler
Kandidat des Berg- und Hüttenwesens

am 1. Juli 1902.

AKAD. LANDBIBL.

Abdruck aus den Geognostischen Jahresheften 1902. 15. Jahrgang.

München.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn, München.

1902.

Dem Andenken

meines lieben Bruders.

Die Amberger Erzlagerstätten.

Von

Ernst Kohler.

Seit mehr als tausend Jahren geht auf den Eisenerzen der Amberger Gegend in der Oberpfalz ein reger Bergbau um, wie schon eine Nachricht aus dem Jahre 930 n. Chr. erweist. Und mit diesem Bergbau, der nie zum völligen Erliegen kam, hat sich eine ziemlich erhebliche Litteratur, namentlich in früherer Zeit, beschäftigt, die allerdings zumeist die historischen und rechtlichen Verhältnisse desselben behandelt, allenfalls noch einige mineralogische Bemerkungen einflicht, die jedoch die Lagerungsverhältnisse und, was sonst den Geologen interessirt, nicht berücksichtigt. Auch J. Baier, der sonst so viel Wissenswerthes aus der Oberpfalz mittheilt, weiss in seiner Oryctographia Norica[1]) von den *„venae"*, die von Amberg nach Sulzbach ziehen, nur zu berichten, dass dort *Ochra rubiginosa, quam vocant Leberertz, Rubrica dura, haematitis modo,* d. i. der Brauneisenstein, *minera, quam ob superficiem globosam et splendentem Glasskopf vulgo vocant Metallici,* und auch, was schon vor ihm Valerius Cordus wusste, *Haematites niger,* Manganeisenstein, vorkommen. Auch sonst findet man in der älteren Litteratur nur Bemerkungen geringen Werthes, wie in der Chronik der Stadt Amberg von Michael Schwaiger aus dem Jahr 1559, der einzelne Häuser der Stadt angibt, in deren Untergrund sich Eisenerz finde. Der erste, der sich eingehender mit den Lagerungsverhältnissen befasst, ist Flurl. Er sagt,[2]) dass die ambergischen Eisensteine auf dem oberpfälzischen Sandsteine aufruhen und im Hangenden von Tag herein drei Lachter Sand, der über drei Viertheilen aus Porzellanerde bestehe (?) und Chalcedondrusen enthalte, darunter 18 Lachter und mehr theils braunen, theils ziegelrothen Thon habe. Das Erzflötz selbst setze sich aus unförmlichen und eckigen Brocken von thonigem und dichtem Brauneisenstein zusammen, der in einen mulmigen, eisenschüssigen Thon eingebettet sei. Dieses Lebererz sei dem Stuffwerk vorzuziehen, das derb oder als Glaskopf, Nagelerz u. s. f. ausgebildet ist. Von sonstigen

[1]) 1. Aufl. 1708 S. 91. 2. Aufl. 1730. S. 46.

[2]) Math. Flurl, Beschreibung d. Gebirge von Baiern u. d. obern Pfalz 1792. S. 548 ff.

Vorkommnissen erwähnt er Zeolithe auf den Klüften des Erzes (von Voith und Kobell als Wavellit bezw. als Lasionit erkannt), und Hornsteinkugeln, die zuweilen Versteinerungen einschliessen. An die letztern und die komplizirten tektonischen Verhältnisse daselbst knüpft er auch eine Vorstellung über die Entstehung: „Die „Natur hat nämlich in diesem Bezirke, wo sie die oberpfälzischen Kalkstein-„Gebirge auf dem Sandstein aufsetzte, ganz sonderbar gewirket. Thon-, Kalk- und „Kieselerde sind bei dem wechselseitigen Uebergang der einen Gebirgsmasse in „die andere so unter einander geworfen, dass sie an manchen Stellen auch ganz „besondere Arten von Fossilien bildete. Betrachtet man die Lage dieser Gegend „mit einem etwas aufmerksameren Auge, so wird man bald finden, dass sie rund „herum von weit höheren Bergrücken eingeschlossen ist, als die sind, welche zu-„nächst um Amberg herum liegen. Daher kam es, dass das zur Fluthzeit zurück-„getretene Wasser die Bewohner desselben in diese tieferen Gegenden herab-„führen, und daselbst mit dem feineren Schlamm absetzen musste."

Ungleich schärfer beobachtet schon Voith,[1]) der freilich noch die dem Lias angehörigen Erze vom Keilberg bei Regensburg mit denen von Amberg vereinigt. Er nennt als Liegendstes den auf dem Granit ruhenden Keupersandstein mit Thon- und Thoneisensteineinlagerungen, darüber rauchgrauen groben Sandstein, der dem Lias angehöre, dann die Liasschiefer, darüber wieder feinkörnige Sandsteine, die er noch zum Lias rechnet, die jedoch dem Dogger angehören. Als jüngste Gebirgsart, auf welcher das Eisensteinflötz gelagert sei, nennt er den Jurakalk, der durchgehends nur auf dem südwestlichen Gehänge der Hügelkette von Paulsdorf und Altenricht über den Mariahilfsberg nach Rosenberg und Sulzbach zu auftritt. Die mächtigen Erzmittel sind in kesselförmigen Vertiefungen des Jurakalkes eingelagert, liegen jedoch selten unmittelbar auf diesem als ganzem Gestein; gewöhnlich hat sich ein Kalk- und Hornsteingerölle desselben dazwischen gelagert. „Häufiger sind die Stellen, wo das Erz von einer der die Grünsand-„formation konstituierenden Sand- oder Thonschichten unterlagert wird, und sogar „bald mit der einen, bald mit der andern wechsellagert .... Das Flötz ist viel-„fältig unterbrochen; die Erzmittel liegen — stets auf den nach SW. gekehrten „Abhängen der Hügel — meistens in Mulden, Kesseln und ähnlichen Vertiefungen „eingeengt: nur ausnahmsweise in Ebenen ausgebreitet." Der Brauneisenstein „enthält zuweilen Partieen eisenschüssigen kohlensauren Zinkoxydes und geht stellen-„weise in schaligen und stängeligen Thoneisenstein und unter noch nicht hin-„länglich ausgemittelten Lagerungsverhältnissen in Gelberde über. (Anm. Der „Tripel, hier das oberste Glied der Formation, tritt beinahe allenthalben unmittelbar „darüber auf.) Auf Thon gelagert ist er von fremden Einschlüssen frei; wenn er „hingegen auf jenem Kalk- und Hornsteingerölle oder einem der Sandsteine ruht, „so hat er stets mehr oder weniger und zuweilen so viel davon aufgenommen, „dass er nur als Bindemittel erscheint. Versteinerungen enthält er ursprünglich „nicht; die hin und wieder gefundenen stammen, je nach ihrer Lagerung in „demselben, entweder aus der Jurakalk-, oder der Lias-, oder der Grünsand-„formation ab." Von Mineralvorkommen kennt Voith ausserdem Braunstein, Magneteisenstein, Kakoxen, Wavellit, Vivianit, Stilpnosiderit und aus dem Hangenden Phosphorit. Während Voith die Lagerstätte der Kreideformation zurechnet, reihen

[1]) Die Phosphate des Erzbergs bei Amberg. Neues Jahrb. f. Min. v. Leonhard u. Bronn. 1836. S. 518 ff.

jüngere Geologen sie dem Dogger zu: Pflaum, Die Mineralien der Oberpfalz (im Jahresbericht der Landwirthschafts- und Gewerbe-Schule zu Amberg 1862); Haniel, Ueber das Auftreten des Eisensteins in den Jura-Ablagerungen Deutschlands (Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch. 1874. S. 94). Durch ein Missverständnis rechnet A. F. Besnard[1]) das Amberger Erz dem Archaikum zu, indem er ein Verzeichnis, das Gümbel gibt, unvollständig abschreibt. Gümbel[2]) selbst rechnete damals das Amberger Erz noch in mehreren Publikationen dem Dogger zu. Später in der Bavaria[3]) gibt er Zweifeln Ausdruck und schreibt: „Zuweilen „liegt auch eine Brauneisenstein-Ablagerung mit Hornsteinknollen in dem tiefsten „Niveau der Procängebilde, wie dies sehr schön in einer Eisenbahnfüllgrube zu „Germersdorf unfern Amberg zu sehen war. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, „dass ein Theil der Brauneisensteinformation der Oberpfalz diesen tiefsten Procän-„Ablagerungen angehört. Da jedoch unzweifelhafte Brauneisenerzbildungen dieser „Gegend auch noch jüngeren, tertiären Zeiten angehören und fast ohne alle Ver-„steinerungen gefunden werden, so bleibt es nicht selten zweifelhaft, wohin in speciellen Fällen diese oder jene Erzlagerstätte zu zählen sei.“ Daselbst sagt er S. 72 von den Amberger, Sulzbacher, Auerbacher etc. Erzputzenwerken: „Diese „Bildungen sind offenbar kein Absatz aus einem grösseren Süsswassersee, sondern „das Anschwemmungserzeugnis aus einer Zeit, wo noch die benachbarten Keuper-„gebirge nicht durch tiefe Einschnitte vom Körper der Alb, wie jetzt, isolirt „waren und Fluthen von ihnen aus noch die Fläche der Alb erreichen konnten. „Dafür sprechen namentlich die aufgeschwemmten Sandmassen, die kein Gestein „des Jura durch Verwitterung zu liefern im Stande ist.“

Dieselbe Auffassung führt Gümbel im dem 1868 erschienenen zweiten Band der geognostischen Beschreibung des Königreichs Bayern weiter aus. Bald jedoch bringen ihn seine und v. Ammons Untersuchungen über die Tektonik des Gebietes von der Anschauung ab, dass die Erze durch eine gewisse natürliche Aufbereitung aus den Keuperablagerungen entstanden sind, und er schreibt im vierten Band der Geognostischen Beschreibung Bayerns S. 406 von dem Eisenerzzug bei Sulzbach: „Die ungleichförmige Auflagerung der erzführenden Schichten auf dem Jura-„kalk ist auch hier unzweideutig nachgewiesen. Nimmt man ferner die Beob-„achtungen hinzu, welche sich namentlich am Haidweiher und bei Germersdorf „an den dortigen Erzablagerungen anstellen lassen, dass nämlich die Erzablagerung „direkt von Cenomangrünsand gleichförmig überdeckt wird, so ergibt sich in „Uebereinstimmung mit den geschilderten Lagerungsverhältnissen am Amberger „Erzberg, dass die sog. Amberger Brauneisenformation in der That aus der ersten „Zeit der über einen grossen Theil des Frankenjura ausgedehnten Cenoman-„überfluthung herrührt und mit den damals wahrscheinlich in reichlicher Menge „auf den Verwerfungsspalten hervorbrechenden Eisenhaltigen Quellen in Beziehung „gebracht werden darf, deren Absatz der Erzablagerung ihr Dasein gab.“ Eine endgültige Zusammenfassung gab dann Gümbel in einem Bericht über „die Amberger Eisenerzformation“[4]) an die k. b. Akademie der Wissenschaften im Jahre 1893. Vorläufig ist darüber nur zu bemerken, dass er die zur Kreidezeit entstandenen Spaltquellen mit dem Umstand, dass die Dislokationen, längs deren Er-

[1]) Die Mineralien Bayerns nach ihren Fundstätten. Regensburg 1854.
[2]) Corresp.-Bl. d. zool.-min. Vereins in Regensburg. 1853. S. 147; 1854. S. 28, 29.
[3]) Bavaria III., IX. Die geogn. Verh. der fränk. Alb. S. 66.
[4]) Sitzungsber. der math.-phys. Cl. 1893. Heft. III. München 1894.

streckung das Erz auftritt, erst im Tertiär stattgefunden haben, durch die Erklärung in Einklang zu bringen sucht, die Spalten seien vor der Ablagerung des Erzes „vorgebildet" gewesen. An der Richtigkeit dieser Theorie sind nun in neuerer Zeit Zweifel laut geworden. So schreibt R. Beck,[1]) dass die Stellung der Amberger Erze noch sehr unsicher sei und nur mit Vorbehalt ihre Einreihung unter den sedimentären syngenetischen Lagerstätten der Kreidezeit statthaben könne. Und v. Ammon deutet in seinem „Kleinen geologischen Führer durch einige Theile der fränkischen Alb" 1899 an, dass sie mit den jüngeren „Ueberdeckungschichten" gleichaltrig sein dürften.

Der Amberger Erzberg.

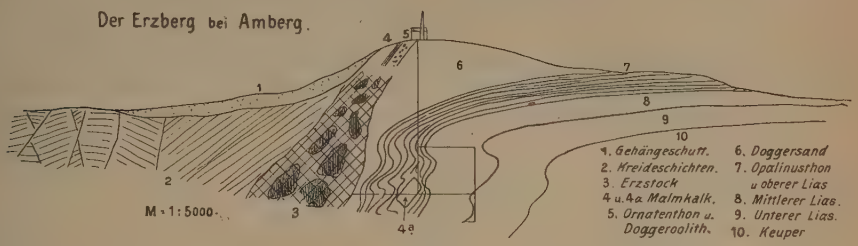
Bei der Untersuchung der in Frage stehenden Brauneisensteinvorkommnisse der Amberger Gegend ergibt sich mit Notwendigkeit die Einteilung derselben in zwei Gruppen: einmal die Gesamtheit der kleinen, über die ganze Oberfläche der Alb unregelmässig verstreuten Farberdenester und Putzen, die zeitweise und an manchen Orten auch auf Eisenerz abgebaut wurden, und dann die wirthschaftlich weit bedeutenderen Erzlagerstätten, welche auf den von Südost nach Nordwest streichenden Verwerfungslinien aufsetzen, die in der Richtung, zum Theil sogar in der unmittelbaren Fortsetzung des Pfahls den Osten der fränkischen Alb durchziehen; die letzteren, die „Amberger Eisenerzformation" katexochen, besitzen auch wissenschaftlich das überwiegende Interesse, und so wollen wir auch zunächst die Lagerungsverhältnisse bei Amberg selbst ins Auge fassen.

Von dem 550 m hohen Mariahilfsberg nordöstlich von der Stadt aus sieht man zwei scharf markirte Reihen von Erhebungen das flachwellige Gelände überragen. Das ist im Osten der Steilrand des krystallinen Waldgebirges mit dem blauen Berg, dem Freudenberg u. a., und diesem parallel, nach Nordwest und Südost sich dem Mariahilfsberg selbst anschliessend, ein minder hoher Höhenzug, der in seinem Westabhang die Eisenerze birgt und den Verlauf jener Dislokationslinie darstellt, die Suess[2]) als die grossartigste geradlinige Störungslinie in Europa bezeichnet hat. Am Mariahilfsberg hat eine Querverwerfung die Störungslinie um den Betrag von mehreren hundert Metern verschoben und dieses Thor passiert die Vils auf ihrem Weg nach Süden. Eine weitere Querverwerfung geht etwas weiter nördlich am sog. Eisberg durch, wodurch Malmkalkschichten mit Keuperschichten in das gleiche Niveau und dieselbe Richtung gebracht wurden. An dieses Störungskreuz schliesst sich die Erzanreicherung an, auf welcher der ärarialische Bergbau seit langem umgeht.

Den geologischen Aufbau dieses Höhenzugs lassen mehrere seit langer Zeit bekannte Entblössungen auf der Ostseite erkennen. Im Götterhain und nördlich von Neuricht streichen am Fusse graue, grobkörnige Sandsteinbänke, die hie und da Pflanzenreste und grünliche Sandsteinknollen umschliessen, aus, welche als rhätische Schichten aufzufassen sind. Höher trifft man gelben Sandstein und dann ganz grobkörnigen eisenschüssigen, die nach Gümbel[3]) die Aequivalente der Angu-

[1]) Lehre von den Erzlagerst. Berlin 1901. S. 107.
[2]) Antlitz der Erde. Bd. I. S. 272.
[3]) Frankenjura S. 400.

laten- und Arcuatenstufe des unteren Lias darstellen. Darüber folgen, flach einfallend, jedoch in nicht sicher messbarer Mächtigkeit gelbliche Kalke mit *Waldheimia Waterhousi* Dav., *W. subnumismalis* Dav. (Quenst.), weiterhin Mergel und oolithische Mergelkalke mit *Gryphaea cymbium* Lam., *Cycloceras Maugenesti* d'Orb. sp. (Quenst. sp.), *Dumortieria Jamesoni* Sow. sp. (Quenst.), *Belemnites clavatus* Blainv., *Bel. elongatus* Mill. (Qu.), dann Mergel, darüber mehrere Meter mächtige Pseudomonotisschiefer mit *Inoceramus dubius* Sow. und Kalkspath- und Mergellinsen mit *Dactylioceras commune* Sow. sp. und *Pseudomonotis substriata* Münst. sp.[1])



Figur 1.

Die höheren Stufen des Lias wie der Opalinusthon sind über Tag nicht sichtbar, erst wieder der Eisensandstein des Dogger bedeckt den oberen Hang bis zum Kamm. Dort ist die Hängebank des Barbaraschachts. Weiterhin schliessen sich unter der Humusdecke die Doggeroolithkalke mit *Rhynch. subobsoleta* Dav. und der Ornatenthon an, und am Westabfall ragen die weissen Kalkrippen des Malm, nach SW. geneigt, zum Theil vor. Die unteren Stufen desselben gehen weiter nordwestlich bei Karmensölden zu Tag aus, wo die weichen Mergellagen stark verdrückte Ammoniten, z. B. *Oppelia* cf. *Pichleri* Opp. sp., ferner *Belemnites hastatus* Blainv. bergen. Die Münchener palaeontologische Staatssammlung besitzt mit dem Fundortsvermerk Amberg ein *Peltoceras transversarium* Quenst. sp., doch steht die nicht zweifelfreie Fundortsbezeichnung[2]) nicht mit der Angabe Ammons[3]) im Einklang, wonach aus der fränkischen Provinz dieses Fossil nicht bekannt ist. Besser entwickelt sind die schwammführenden Kalke des mittleren Malm, die durch ihre Verwitterung die unzähligen verkieselten Exemplare von *Collyrites carinatus* Goldf. sp., *Terebratula bissuffarcinata* Quenst., *Rhynchonella lacunosa* Quenst. sp., u. v. a. geliefert haben. Die westlichen Hänge des Erzbergs endlich bedecken oberflächlich Flugsand und Eisenschwarten, und überdies ist eine Erkennung der natürlichen Lagerung durch die dichtgedrängten alten Pingen unmöglich gemacht.

Dafür ist der Aufbau des Berges durch Grubenaufschlüsse geklärt worden. Einmal hat der im ganzen ostwestlich verlaufende Theresienstollen auf $1\,^1/_2$ km Länge vielfach gestörte Sandsteine durchfahren, die den oberen Keuper- und unteren Liaslagen zuzurechnen sind, und dann hat das Abteufen des genannten

[1]) Ich verweise im Uebrigen auf die neueste Zusammenstellung der Fauna des Lias und Doggers aus Franken und der Oberpfalz durch Dr. M. Schlosser, Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1901. S. 513 ff. Doch möchte ich darauf hinweisen, dass die Herkunft der aus dem unteren Lias von Amberg angegebenen *Pleuromya striatula* mir zweifelhaft erscheint. Vgl. ausserdem die Fauna des Lias in Frankenjura S. 678 ff., zusammengestellt durch Dr. L. v. Ammon.

[2]) Vgl. Waagen, Ueber die Zone des Ammonites transversarius, S. 33 (Sonderabdruck), Benecke, Geogn. palaeont. Beiträge, I, 2, 1866.

[3]) Frankenjura S. 116 (d. i. Geogn. Beschr. d. Königr. Bayern, IV. Bd.).

Barbaraschachtes ein Profil enthüllt, das Gümbel mehrmals publizirt hat. Der Schacht durchfuhr 54 m steil einfallenden Doggersandstein und von da ab 53 m Opalinusthon, traf im Schachttiefsten Liasschichten, die jedoch von jenem nicht zu trennen sind. Der Opalinusthon enthielt u. a. *Leioceras opalinum* Rein. sp., *Lytoceras dilucidum* Opp. sp., *Lyt. torulosum* Schübler sp.

Doch sind die Lagerungsverhältnisse nicht so einfach, wie es die bildliche Darstellung im Frankenjura S. 399 anzeigt. So ist westlich vom untern Füllort des Schachts in den Opalinusthon eine mächtige, und auf mehr als 30 m im Streichen blossgelegte Malmkalkrippe eingepresst. Die Einfaltung, als welche diese Erscheinung sich darstellt, lässt sich deutlicher in dem neuen, von der Stollensohle aus niedersetzenden Blindschacht verfolgen, wie dies die Figur 1 zeigt. Die in dem Schacht angefahrenen Schichten sind zum Theil nach den Aufzeichnungen des Obersteigers Röde folgende:

		Meter
Von der Stollensohle aus blauer Thon		11
Blauer sandiger Schiefer	mittlerer Lias	bis 17
Blauer Thon	mittlerer Lias	„ 17,5
Schwarzer sandiger Schiefer	mittlerer Lias	„ 19
Blauer Thon	mittlerer Lias	„ 20
Kalkstein mit *Pseudom. substriata*	mittlerer Lias	„ 22,5
Thon und Kalksteinbrocken	mittlerer Lias	„ 34,25
Grauer Sandstein	überwiegend unterer Lias	„ 38,60
Blauer Thon	überwiegend unterer Lias	„ 39
Weissgrauer, grobkörniger Sandstein mit Spuren von Steinkohlen	überwiegend unterer Lias	„ 48
Sandstein, im südlichen Stoss blauer Thon	überwiegend unterer Lias	„ 51
Schwimmsand	überwiegend unterer Lias	„ 52
Blauer und grauer Thon	überwiegend unterer Lias	„ 52,5
Gelber, mit Eisenschwarten durchzogener Sandstein		bis zur Sohle.

Ein einheitliches Einfallen lässt sich in keiner Weise konstatiren, vielmehr ist das ganze Gestein in der intensivsten Weise in einander gewalzt, wie der neuerdings ausgearbeitete Maschinenraum, in dessen Firste wieder blauer Thon auftrat, erkennen liess.

Der Umstand, sowie die Thatsache, dass auch die grössten bis jetzt erreichten Tiefen von Uraltungen erreicht worden sind, erschweren auch die Gewinnung eines Ueberblicks über den eigentlichen Erzkörper. Dieser ist ein steil nach Süden einfallender Stock von Letten, durch Eisen gelb gefärbt, und Sand — die schwachen Neigungen von 33°, bezw. 25°, welche Gümbel angibt, beziehen sich nur auf Theile desselben —, in welchem nach allen Richtungen höchst unregelmässig begrenzte Linsen von Brauneisenstein aufsetzen, wie dies der beigegebene Grundriss, in welchem zwei Horizontalschnitte durch die Erzkörper zur Deckung gebracht sind, zeigen soll. Man sieht, dass in der Tiefe der Erzkörper im grossen Ganzen nach dem Liegenden und Hangenden zu an Mächtigkeit gewinnt, jedoch ohne alle Regelmässigkeit. Was nun die Erze selbst anlangt, so sind diese überwiegend Brauneisenstein, doch wurde im Jahre 1879 zum erstenmale daselbst auch Spatheisenstein, sogenanntes Weisserz angefahren. Dieses unterscheidet sich jedoch wesentlich in seinem Aussehen von dem gewöhnlich in Erzgängen oder den bekannten

steirischen Lagerstätten auftretenden Siderit. Er ist, wo er schon verändert ist, braun bis schwarz, sonst aber durchgehends weiss bis grau, von zuckerkörnig krystallinischer, zum Theil cavernöser Struktur, kurzum gänzlich vom Aussehen des Dolomites, an den er sich anlegt, bezw. in den er übergeht.[1]) Daher kam es auch, dass die Bergleute anfangs das Erz nicht erkannten, und dass man erst durch die rothbraune Verwitterungsschicht auf der Bergehalde darauf aufmerksam wurde. Es ist nicht richtig, wenn Gümbel[2]) schreibt, dass „spärlich und nur in einzelnen Knollen" Spatheisenstein aufgetreten sei. Vielmehr ragte in dem fraglichen Querschlag III 4/5 Nord, der zu der am weitesten im Liegenden geborgenen und daher den Einwirkungen von Atmosphärilien, wie der alten Baue am meisten entzogenen Erzlinse führte, (im Grundriss schraffirt), der Eisenspath wie ein mächtiger Kegel[3]) in die Ebene der Tiefbausohle herein, und ein dortselbst niedergebrachtes Bohrloch[4]) ist auf weitere 12,20 m im Weisserz niedergestossen worden, ohne dessen Ende zu erreichen. Vielmehr ist sein Gefüge immer dichter und von Brauneisenstein freier geworden. Nach aussen zu aber wurde der Eisenspath grusig und zerreiblich, vom Ansehen der Dolomitasche, und dann schloss sich grossluckig und von Drusenräumen durchzogen Brauneisenerz, Stilpnosiderit wie Goethit, an, schöne Stalaktiten, Nadelerz, Sammtblende, Glasköpfe bildend, die Drusenflächen

Figur 2.
Das Erzlager des Amberger Erzbergs (nach amtlichen Plänen) Massstab 1 : 6000.

[1]) Dr. Schober, Untersuchung der Amberger Erze. Bayr. Ind.- u. Gewerbebl. 1881. J. XIII. S. 284.

[2]) Frankenjura S. 402; ferner „Amberger Eisenerzform". S. 308.

[3]) Dr. Schober a. a. O. S. 283.

[4]) Im Grundriss mit VI bezeichnet.

zum Theil von irisirenden Hydrathäutchen, zum andern Theil von Kakoxen und Wavellit überzogen, im ganzen jedoch sehr hart, krystallinisch fasrig und mit geringem Hydratwassergehalt. Eine andere Erscheinungsweise der Amberger Brauneisenerze, zur Zeit weitaus vorherrschend, ist die von anscheinend dichtem Gefüge. Bei näherer Betrachtung erweisen sich die Erze als ursprünglich drusige Glasköpfe, deren Hohlräume durch angelagerte Schichten eines helleren, d. h. wasserreicheren Limonits geschlossen sind; dies habe ich häufiger auf anderen Gruben z. B. Etzmannsberg beobachtet; oder aber, und letzteres ist häufiger, das dichte Erz besteht aus einer Zerreibungsbreccie des krystallinischen Goethits, welche durch den Limonit verkittet ist. Ausserdem kommt noch ockerig-mulmiges sog. Lebererz, weiterhin sehr hydratwasserarmes „Bluterz", dem Ansehen und Strich nach Rotheisenstein, vor, hie und da in Putzen und Nestern, zumeist nur als Anflug auf Drusenräumen Psilomelan und Pyrolusit. Seltenere Vorkommnisse sind der auf Altungen beschränkte Vivianit, dann die andern erwähnten Phosphate, ausserdem Zinkspath, welchen als isolirtes Vorkommen v. Voith[1]) anführt. Sonst ist dieses Mineral dortselbst noch nicht gefunden worden, wenn es auch dem Erze reichlich beigemengt ist, wie nicht nur die reichlichen Mengen von Zinkschaum beweisen, die sich unter der Gicht und in den Gichtgasreinigern der nur mit unsern Erzen beschickten Hochöfen von Amberg und Rosenberg ansammeln, sondern auch das metallische Zink, das sich beim Abbruch des letzten Hochofens zu Amberg in allen Fugen ausgeschieden hatte. Ferner hält das Erz auch Blei, wahrscheinlich in der Form von Cerussit, das auch z. B. in einer Menge von mehreren hundert Kilogramm sich im letzten Amberger Hochofen anreicherte. Das dortselbst auch aufgespeicherte Stickstoffcyantitan hat seinen Ursprung wohl in Rutilnädelchen, wie sie sich in den meisten klastischen Sedimenten angesammelt finden. (Vergl. die von A. Schwager ausgeführten Analysen der als Zuschlag benützten Malmkalke in Frankenjura S. 126 ff.)

Die so beschaffenen Erze sind, wie gesagt, in höchst unregelmässig geformten Linsen in eine Grundmasse von Letten, gelb, weiss und roth, und Sand eingebettet, und diese tauben Mittel wieder durchziehen häufig in Adern und Schnüren die Erznester, die oft noch durch Hornsteinknollen, hie und da mit verkieselten Juraversteinerungen, verunreinigt sind. Nicht ohne Interesse ist auch die im Westflügel des Bergbaues befindliche sog. „Conglomeratstrecke". Hier wiegt die sandiglettige Grundmasse stark vor, in der scharfeckige Bruchstücke von Sandstein, ausgelaugte Hornsteinknollen, und schliesslich unrunde Geoden von mehr oder minder deutlich radialfasrigem Brauneisenstein liegen, die im Innern hohl sind und ein Häufchen weissen, mit Salzsäure nicht brausenden Schlamms, der aus Thon und Kieselerde hauptsächlich besteht und das Residuum eines Kalksteins darstellen dürfte, in sich tragen. Die äussere Form der Geoden ist etwa die von Kalksteinbrocken, deren Bruchkanten gerundet sind. Die Brauneisenkruste ist nicht widerstandsfähig und bricht leicht durch, was gegen die Auffassung spricht, dass es sich hier um ein abgerolltes Bohnerz handelt.

Der ganze Erz- und Lettenstock lehnt sich nun in seiner steilen Lage an die verschiedenen Stufen des Jura, Lias- und Opalinusthon, Eisensandstein (dieser ist zum Theil durch Eisenoxyd zum „Rauherz" verkittet), Doggeroolithkalk und unteren Malmkalk, nahe der Tagesoberfläche, und Dolomit (östlich vom Schacht,

[1]) a. a. O. S. 524.

in der zweiten Tiefbausohle 114 m unter Tag), wie eben gerade durch die Aufrichtung und Faltung die Schichten in die Einfallsrichtung des Stockes gebracht sind. Eine Mitfaltung des Stockes lässt sich nicht konstatiren. Grosse Brocken von Malmkalk sind früher im Querschlag V angetroffen worden, heute leider nicht mehr zu sehen, von denen Gümbel schreibt,[1]) sie seien so wirr gelagert, dass sie den Eindruck machten, als seien sie in eine Kluft oder Spalte gestürzt. Gegen das Hangende zu legen sich an den wieder von sandigem Letten begrenzten Erzstock weisse und glaukonitische Sande, zum Theil zu Sandstein, zum andern zu Knollen verfestigt, mit Zwischenlagerung von glaukonitischen Mergeln; darauf folgt dann unter der oberflächlichen Flugsandbedeckung ein sog. tripelartiges Gestein. Diese Schichten fallen, nach mir zu Theil gewordenen Nachrichten, mit der Neigung des Gehänges etwa ein. Ein richtiges Profil ist leider nicht erschlossen zur Zeit, da der lose mit Wasser durchtränkte Sand beim Anhauen als schwimmendes Gebirge leicht gefährlich wird. Ich will deshalb diese Beobachtungen mit solchen aus dem südwestlich vorgelagerten Gebiet und Fossilfunden aus den Glaukonitmergeln, welche bei einer früheren Aufschlussarbeit aus dem Hangenden des Erzstockes gefördert wurden, zusammenfassend darstellen.

Von etwa 1 km Abstand vom Erzberg an treten in den Wiesen und Aeckern Dolomitfelsen anstehend auf. Günstige Aufschlusspunkte finden sich allerdings erst südlich zwischen der Stadt Amberg und den von Haag nach Köfering sich erstreckenden „Thalwiesen". Hier hebt sich zunächst bei Gailohe in einer Kuppe und dann an den Thalwiesen in einem ausgedehnten Saum der Frankendolomit, dessen Stufenzugehörigkeit ich nicht ermitteln konnte, aus dem flachen Gelände. Allen seinen Unebenheiten sich anschmiegend, bedeckt ihn ein bohnerzartiges Conglomerat von Kalksteinbruchstücken, abgerolltem Thoneisenstein von Erbsen- bis fast Faustgrösse, Quarzsand und Feldspaththeilen, mit Blättchen grünlichen Thones, verkittet durch hie und da rosenrothen Kalkspath und erfüllt von Muschelresten, die wegen des späthigen Bindemittels nur schwer wohlerhalten vom Nebengestein zu trennen sind. Doch habe ich aus dem Gestein folgende Fossilreste isoliren können:

Ostrea diluviana Linné.
Ostrea carinata Lam.
Pecten dichotomus Segu.

(Diese zuerst von Seguenza, Cret. medio dell'It. merid. Roma 1882, p. 105. tab. XV. f. 4, 4a, 4b aus dem unteren Cenoman beschriebene Art ist mir in einigen Exemplaren aus den Korytzaner Schichten Böhmens [im Besitz der Münchener Staatssammlung] neben meinen Amberger Stücken bekannt.)

Pecten elongatus Lam.

(Nach Geinitz Elbthalg. I. S. 195 auf den unteren Quadersandstein und Unterpläner in Sachsen, Grünsand des Unterquaders, Hippuritenkalk von Grossdorf, Unterpläner des Borzen in Böhmen, Grünsand von Frohnhausen bei Essen und Cenoman Frankreichs [Le Mans etc.] beschränkt.)

Terebratula cf. *phaseolina* Lam.

Diese durchschnittlich 1/2 m mächtige Schicht, welche Gümbel[2]) von dem 5 km entfernten Germersdorf beschrieben und seinen Kluftausfüllungsschichten mit *Ostrea diluviana* L., bezw. den Perutzer Schichten gleichgestellt hat, lässt sich

[1]) Amberger Eisenerz. S. 306.
[2]) Ostbayr. Grenzgeb. S. 704, 705, 728.

vielleicht noch besser mit den Korytzaner Schichten vergleichen. Gümbel gibt[1]) daraus Stacheln von *Cidaris aff. vesiculosa* Goldf. an. An dem Aufschluss an den Thalwiesen wird sie von einer ebenso mächtigen Lage kieseligen Grünsandes überdeckt, der durch alle Uebergänge mit dem sog. Amberger Tripel, dem von Gümbel Schwammflintstein oder Gaisit genannten Gestein verbunden ist. Nach Osten zu, in der Gegend von Moos, wo der Grünsandstein weniger kieselig ist und auch mächtiger auftritt, tritt der ihn überlagernde Tripel zurück und noch weiter südöstlich bei Högling und Jeding, wo der Grünsandstein wohl aufgeschlossen ist, konnte ich letzteren gar nicht mehr konstatiren; andererseits nördlich von den Thalwiesen bei Gailohe scheint, soweit die stark verschütteten Einschnitte einen Schluss zulassen, der Grünsandstein zu fehlen. Der Grünsandstein enthält dort

Vola (Janira) aequicostata Lam. sp.
Lima cf. *pseudocardium* Rss.
Serpula sexsulcata Münst.

Der offenbar metamorphosirte Tripel ist hier an den Thalwiesen wie bei Germersdorf und Moos überwiegend dünnplattig, hellgrünlich (zu unterst), gelblich bis weiss, ziemlich leicht, porös und braust nicht mit Säuren, er ist auf seinen Schichtflächen vielfach mit Chalcedon- und Opalhäutchen überzogen, bei Gailohe tritt er ebenso auf, ist aber ebenso häufig von unebenem Bruch, klotzig, weil stärker verkieselt, geht in vollständige Hornsteine über und zeigt auf Kluftflächen zuweilen einen Ueberzug von Quarzkryställchen. Gümbel, welcher diese Beschaffenheit auf Entkalkung zurückführt, gibt in Ostbayr. Grenzgeb. S. 460 eine Analyse des Gesteins an. Es ist zu vermuthen, dass in Zerlegung des Glaukonits durch kohlensaure Wasser eine mindestens ebenso wirksame Ursache zu suchen ist, da eine blosse Entkalkung die fein vertheilte und zum grossen Theil durch kohlensaures Natron ausziehbare Kieselerde nicht erklären könnte, wohl aber Glaukonit durch kohlensäurehaltiges Wasser leicht angegriffen wird.

Dieser Tripel enthält an manchen Stellen, wie z. B. bei Germersdorf, Steinkerne und verkieselte Reste von Organismen:

Flabellina cordata Rss.
Vola (Janira) notabilis Münst. sp.
(Nach Geinitz Elbthalg. I S. 202 zuerst aus dem Grünsand von Essen bekannt geworden, ausserdem aus dem Unterquader und Unterpläner von Sachsen, Grünsandstein von Leiteritz, im Pläner von Plauen und Koschütz.)
Exogyra sigmoidea Rss. sp.
(Geinitz, Elbthalg. I S. 186.)
Rhynchonella compressa Lam.
(Nach Geinitz Elbth. I S. 165 in Sachsen auf den untern Quadersandstein und Unterpläner beschränkt. Ferner im glaukonitischen Quader von Mühlhausen in Böhmen, in der Tourtia von Frohnhausen bei Essen, Cenoman von Le Mans u a. O.)
Cidaris cf. *vesiculosa* Goldf. Stacheln.

Gümbel fasst diese Schichten mit den Reinhausener zusammen und stellt diese zu unterst in die Gruppe der turonen Bildungen unserer Gegend. Ich glaube, das um so eher annehmen zu können, als einerseits mein geringes Fossilmaterial eine unabhängige Stufenangliederung unsicher macht, als besonders andererseits Gümbel von vielen Orten das Zusammenvorkommen von *Pecten notabilis* und *Inoceramus labiatus* angibt, welch' letzterer als gutes Leitfossil unterturoner Schichten

[1]) Ebenda S 759.

anzusehen ist. An der Grenze, soweit eine solche zu ziehen ist, des Grünsands und der Tripelschichten konnte man in einem Versuchsschächtchen des Eisenbahnbaus an den Thalwiesen eine schwarz-grünliche Thonschicht beobachten, und mit dieser möchte ich ein Vorkommen eines stark thonigen Glaukonitmergels im Hangenden des Erzstockes vergleichen, welches bei einer früheren Aufschlussarbeit zu Tage kam. Ich bestimmte aus diesem Material, welches Herr Prof. Dr. von Ammon mir liebenswürdigst zur Bearbeitung überliess, folgende Arten:

Exogyra haliotoidea Sow. sp.

(Flache Exemplare wie auch verhältnismässig höher gewölbte von der Art, wie sie Coquand, Monogr. du G. Ostr. p. 144, pl. 50 f. 8—10 abbildete.)

Ex. aff. *laciniata* Nlss.

Anomia subtruncata d'Orb.

Inoceramus sp.

Cyprina quadrata d'Orb.

Vola quadricostata Sow. sp.

(Geinitz, Elbth. II, S. 37 erwähnt das Auftreten vieler, grosser und typischer Exemplare im cenomanen Grünsandstein von Kelheim, woher sie mir auch vorliegen, ausserdem aus dem Upper Greensand von Wight, aus der Meule von Bracquegnies in Belgien und aus Schlesien. Auch besitzt die M. Staatssammlung ein Stück aus dem Rotomagien von Brancaleone. Sonst scheint sie nur aus turonen und senonen Schichten bekannt.)

Cerithium sp.

Koprolithen.

Enoploclytia n. sp.

(Die bereits handschriftlich von Schlüter als *En.* bezeichneten Scheeren, welche einer *Enopl. Leachi* Reuss verwandten Art angehören dürften, unterscheiden sich von jenen durch die gleichmässige und dichtere Tuberkulirung, sind auch verhältnismässig etwas schmäler. Sehr ähnliche Scheeren bilden Fritsch und Kafka, Crust. d. böhm. Kreidef. Prag 1887 tab. V fig. 10 u. 11, ab, deren Hand jedoch im Verhältnis zur Breite kürzer ist als bei unserem Exemplar. Dagegen besitzen sie auch die wenigen randlichen, gröberen Tuberkeln. Fritsch bezeichnet sie als „vielleicht einem *Podocrates* angehörig". Doch ist bis jetzt keine Scheere von *Podocrates* bekannt, vielmehr gehört er nach Zittel Handb. II. S. 689 (Grundz. S. 486) überhaupt zu der scheerenlosen Familie der *Palinuriden*, bezw. der Subfamilie der *Scyllarinen*. Vergl. auch die von Tribolet (Bull. soc. géol. de France 1875, p. 76 Pl. I fig. 5, 5a) als *Hoploparia Latreillei* (Rob.) Trib. aus dem Neocom und Urgo-Aptien beschriebenen Scheerenglieder.)

Diese Schichten kennzeichnen sich durch die Unterlagerung des dem unteren Turon zuzurechnenden Tripels als cenoman, wie durch die Häufigkeit der *Exogyra haliotoidea* in denselben. Doch dürften sie nicht in das untere Cenoman einzureihen sein, vielmehr möchte ich sie mit den Eybrunner Glaukonitmergeln in Parallele stellen, denen sie auch in der petrographischen Beschaffenheit gleichen.

Es ist noch zu erwähnen, dass zwischen Gailohe und den Thalwiesen, sowie weiter südlich im Hirschwald ein gelber, wohlgeschichteter, zum Theil eisenschüssiger, manchmal in Knollen verkieselter Sand den Tripel überlagert. Diese Ueberlagerung lässt sich auch weiter südöstlich konstatiren, wenn man von Högling und Wolfring, wo der Grünsandstein ansteht, nach Westen über Freihöls, wo der Tripel in den Forstgräben zu Tag tritt, nach Diebis geht. Hier finden sich haufenweise Exemplare von *Exogyra columba* Lam. sp., seltener *Exogyra auricularis* Lam. sp. und *Spondylus hystrix* Münst. Hinsichtlich der *Exogyra columba*, welche

auch Gümbel von dort erwähnt, und die dort ohne Zweifel an primärer Lagerstätte sich findet, ist noch beizufügen, dass die Bestimmung vorzugsweise nach Reuss, Versteinerungen des böhm. Kreidef. 1845—46 S. 43 geschah, während Coquand, Monogr. d. G. Ostrea 1869 S. 121 (*O. Ratisbonensis* Schloth.) und Fritsch, Studien im Geb. d. böhm. Kr. III, Prag 1883 S. 117 f. alle jene Exemplare aus der Art ausscheiden und vorwiegend zu *Exogyra conica* d'Orb. sp. stellen, welche am Wirbel eine Anheftstelle zeigen. Dem gegenüber sagt Geinitz, Elbth. I. S. 182, dass *Ex. columba* nur an der Spitze der Schale und meist nur in der Jugend angeheftet sei. An Stücken aus dem Grünsand von Drahomischl und aus dem Cenoman von Le Mans kann man sich überzeugen, dass an derselben Lokalität neben unzweifelhaften Exemplaren von *Ex. columba* ohne Anheftstelle auch ebenso gut ausgebildete typische Formen mit grösseren oder kleineren Anwachsstellen vorkommen, und insbesondere die Austern von Le Mans zeigen, dass die Anheftstellen bei kleinen Individuen im Verhältnis zur Gesammtgrösse recht erheblich sein können.

Da übrigens *Exogyra columba* ebenso in turonen als in cenomanen Schichten auftritt, und *Ex. auricularis* wie *Spondylus hystrix* charakteristisch für das obere Turon sind, da ferner diese Schicht den Tripel überlagert, so ist diese ziemlich mächtige und ausgedehnte Ablagerung, die auf der amtlichen geognostischen Karte mit der Bezeichnung „Kreideschichten im Allgemeinen" versehen ist, als oberturon, speciell als Aequivalent der Winzerbergschichten anzusehen.

Zu erwähnen ist hier noch, dass in der Nähe des Pulverthurms, nicht tief unterhalb des Kamms des Erzberges, das in der mineralogischen Litteratur häufig angezogene Vorkommen von Phosphorit sich findet, von welchem Gümbel in Frankenjura S. 407 ein Profil gibt. Hiernach kommt über dem mit etwa 45° einfallenden Weissjurakalk eine Anhäufung von Hornsteinknollen und darüber eine Lage von weissen thonigen Massen von dem gleichen Einfallen, in welchen der Phosphorit in Knollen auftritt. Diese Lage ist etwa 7 m mächtig und wird überdeckt von einer braunen bis gelben Thonlage; darüber endlich beginne die eigentliche Erzlage, von Brauneisenerzbutzen erfüllt. Dieser Aufschluss ist heute gänzlich überwachsen, doch sind noch bei Voith[1]) darüber interessante Bemerkungen zu finden. Dieser schreibt auch, dass sich die phosphoritführende Lage im Hangenden des Kalks findet, und zwar hin und wieder in einer Mächtigkeit von zwei bis drei Fussen. Dies ist erheblich weniger als Gümbel angibt. Es erklärt sich aber durch den Umstand, den auch Voith angibt, dass diese Lage nahe der Tagesoberfläche sich findet und somit durch den Ackerbau, wie insbesondere die vielen alten Bergbauversuche und Pingen die natürliche Lagerung aufs äusserste gestört ist. Es lässt sich daher auf die Entstehung dieser Schicht aus den Lagerungsverhältnissen kein Schluss ziehen. Was die mineralogische Beschaffenheit des Phosphorits betrifft, so erwähnt Voith als vorherrschend das Auftreten in Form einer teigartig weichen Masse von gelblichweisser Farbe, welche nach dem Trocknen in eine fette ockergelbe übergeht. Tschermak[2]) führt dieses Vorkommen als über den Amberger Erzen gelagert an, was nach diesen Mittheilungen nicht ganz zutreffend ist. Ausserdem kommt nach Voith der Phosphorit noch concretionär von Hirsekorn- bis Kindskopfgrösse in den verschiedensten

[1]) a. a. O. S. 526.

[2]) Lehrbuch der Mineralogie 1897. 5. A. S. 538.

Formen vor, die meist jedoch rissig sind. Diese Risse und Sprünge sind überzogen mit krystallinisch-fasrigem Phosphorit und endlich soll er auch in minimalen stark glasglänzenden Kryställchen mit convexen Oberflächen vorkommen. Eine Analyse des Amberger Phosphorits gibt v. Gorup-Besanez in den Annalen der Chemie und Pharm. 1854, Jahrg. 89. II. Heft. S. 221.

Wenn wir nun die Beobachtungen an den recht complicirten Verhältnissen des Amberger Erzbergs kurz recapituliren, so ist das vorläufige Ergebnis, dass der steil fallende, höchst unregelmässige Stock, in welchem grössere und kleinere Nester und Linsen von Erz in Letten und Sand gehüllt sind, sich an die stark gefalteten und zertrümmerten Schichten des Jura anlegt, bezw. in dieselben übergeht: der Eisenspath in den Dolomit, der Sand zum Theil in den Sandeisenstein des Dogger und der Letten in den dunkeln Thon der Dogger- und Liasschichten. Theilweise wird der Stock von den übergreifenden Rippen von Jurakalk bedeckt, und im Hangenden lehnen sich zunächst ziemlich steil fallende Schichten der oberen Kreideformation an, welche sich, was ich hier nachtrage, bei Eglsee am westlichen Fusse des Erzbergs in einer etwa 7 m tiefen Sandgrube aufgeschlossen, in geringerem Maasse gestört zeigen, jedoch immerhin von nicht wenigen Rissen durchzogen und an denselben abgerutscht sind. Alsbald nach Westen zu aber überdecken sie, flach gelagert, den ebenso angenähert horizontalen Malmkalk und Frankendolomit.

So sind also die jüngsten am Erzberg auftretenden Ablagerungen, abgesehen von recentem Flugsand, cretacischen Alters. Von tertiären Bildungen ist nur bei dem Weiler Benkhof ein Fossil bekannt geworden. Hier überdeckt eine mehrere Meter mächtige Lage braunen Lehms die vorhin als oberturon bezeichneten Sandschichten, und diese ist in irgend einer Verbindung mit einer gelblich weissen Lage von kieseliger Beschaffenheit, nicht unähnlich dem dünngeschichteten Tripel, noch ähnlicher jedoch den in den meisten Sammlungen vertretenen, miocänen Pflanzenreste führenden Platten von Oeningen. Diese Schicht wurde vor langer Zeit aufgeschlossen und lieferte dabei Pflanzenreste, die heute im Besitz der Münchener Staatssammlung sind und von Graf Münster in seinen Beiträgen zur Petrefaktenkunde V. S. 103 ff. beschrieben wurden. Die einen Stücke hielt er für Stammstücke einer Cacalia[1]) ähnlichen Form und nannte sie *Culmites* (auf der Originaletikette *Cacalites*) *Goepperti*. Früher schon hatte sie Schlotheim[2]) als *Palmacites annulatus* aufgeführt und damit schon den wesentlichen Unterschied gekennzeichnet, welcher zwischen jenen Stücken und dem vergleichshalber von Münster abgebildeten Zweigstück von Cacalia besteht. Es ist dies die schuppige Beschaffenheit eines Rhizoms, als welches sie auch Schimper erkannt hat. Er und Oswald Heer stellten sie zu *Arundo* und in die Nähe der heute lebenden Art *Arundo Donax*.[3]) Dann identificirte Schimper mit unseren viele Exemplare aus Franzensbad, Marienbad, Litmitz und Oeningen, und Gümbel gibt sie auch[4]) aus den Braunkohlenablagerungen von Wackersdorf an. Ausserdem beschrieb Münster von dort einen schlecht erhaltenen Rest, den er *Conites Rossmässleri* nannte, und

[1]) Die Gattung *Cacalia* ist nach gütiger Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Rothpletz heute aufgelöst, und zum Teil gleich *Kleinia*.

[2]) Petrefaktenkunde 1820 S. 396 (Heft I, Tab. XVI, Fig. 5). Schlotheim hatte auch in den Nachträgen I. Abth., S. 98, Tab. XXI, Fig. 9 u. 10 von der gleichen Lokalität unbestimmbare Samenkörner, die er *Carpolithes malvaeformis* und *C. secalis* nannte, abgebildet.

[3]) Schenk u. Schimper, Handbuch der Pal. II. Abth. heraugegeb. v. Zittel 1890. S. 385.

[4]) Frankenjura, S. 381.

welchen Schimper zu *Glyptostrobus europaeus* stellte. Da die erwähnten weiteren Fundorte als sicher miocän gelten und Schimper[1]) diese Pflanze direkt als Leitfossil annimmt, so steht bis zu einer neuen Aufdeckung des Lagers der Annahme nichts im Wege, dass auch dieses Vorkommen miocän und den procänen Sanden aufgelagert ist.

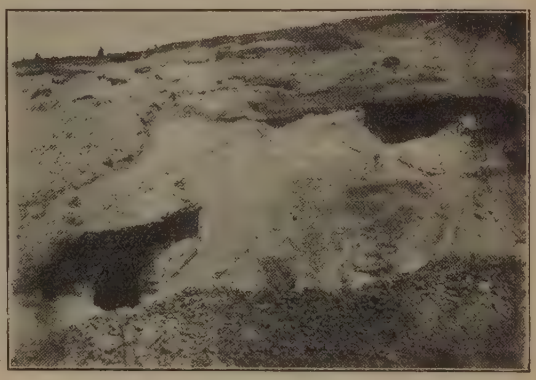
Die übrigen Erzvorkommnisse der Amberger Verwerfungslinie.

Verfolgen wir nun den Zug des Erzberges von der ärarialischen Grube nach Nordwest, so finden wir auch weiterhin am Westabhange alte Pingen, wenn auch in geringerer Zahl, die uns andeuten, dass hier, vielleicht nicht viel, doch immerhin zu öfterem Versuch anreizend, Erze vorkamen. Bei Karmensölden tritt dann der Malm in einem breiten Hügel stark nach Südwest vor, um dann an einer Querverwerfung in die Tiefe zu sinken, so dass bei Häringlohe auch der Westhang des Höhenzugs von den Sandsteinschichten des Keuper und unteren Lias gebildet ist. Dieser Einbruch ist eine quere Grabenversenkung im Kleinen, an deren nordwestlichem Rande Doggersand und Jurakalk wieder emporsteigen, auch die Posidonienschiefer sind etwas weiter nordöstlich d. h. im Liegenden aufgeschlossen. In einer Einbuchtung dieser Malmrippe bei Siebeneichen tritt wieder eine Erzanreicherung ein, die von der Maximilianshütte abgebaut wurde und jetzt verlassen ist. Beim Eisenwerk Rosenberg lässt sich dann ein steiler Einbruch konstatiren, den Gümbel und Ammon verschiedentlich erwähnen. An dem Hange ist nun durch einen Steinbruch der Malm aufgeschlossen, und sein Profil wurde durch v. Ammon[2]) beschrieben. Aus der Senke ragt eine Kuppe von Dolomit auf, an und auf welcher der Ort Rosenberg liegt. Bei Lobenhof steigt, um einige hundert Meter nordöstlich verschoben, der Höhenzug auf, und auch hier trat wieder eine Erzanreicherung ein, die von der Maximilianshütte abgebaut wurde. Durch einen Steinbruch ist das Liegende den Blicken zugänglich gemacht. Zu tiefst findet sich im Bruche Doggeroolith mit *Macrocephalites macrocephalus* Schloth. sp. und mit *Belemnites giganteus* Schloth. in Schollen von Ornatenthon umhüllt; darüber die mergelige Grünoolithlage und mergeligen Schichten des untersten weissen Jura mit *Perisphinctes* cf. *Wartae* Bukowski. Darüber folgen nach verschiedenen Richtungen zerklüftet die höheren Lagen des Jura mit einem wahren Einfallen von 40—50°. Oben bei der St. Annakapelle geht dann der Kalk in Dolomit über. Die Erzgrube ist nicht mehr zugänglich, doch eröffnet eine Sandgrube unterhalb der Kapelle einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse. Hier überdeckt den unregelmässig begrenzten, angefressenen und zum Theil in Brauneisen übergehenden Dolomit grünlicher, weisser und gelber Sand mit 35—40° Neigung. Bei ca. 10 m Abstand vom Liegenden durchzieht eine braune Lettenlage mit groben Quarzkieseln, thonigen Bohnerzkörnern und Resten von Kieselschwämmen die mächtigere Sandlage. Weiter nach Nordwest schliesst sich an den Annaberg der Galgenberg an, der wiederum durch ein mächtigeres Hervortreten der steil gestellten Weissjuraschichten gebildet wird. Der Abfall des Berges wird wieder durch eine geringe Querstörung bedingt, an welcher der Malmkalk absinkt und der Doggersand ein wenig nach Südwest vorgeschoben wird. Zwischen diesem Galgenberg und dem nächsten Auftauchen der Kalkschichten am Arzberg findet

[1]) a. a. O. S. 829.

[2]) Frankenjura S. 623. Kleiner Führer S. 42.

sich wieder eine mächtige Erzanreicherung, welche durch die Zeche Caroline abgebaut wird. Hier ist das Ausgehende der Lagerstätte durch die Strasse nach Grossenfalz angeschnitten, wie es die beiliegende Figur zeigt. Hier wird der Doggersand von einer Lage von Letten und darüber von Sand bedeckt und diese Schichten fallen mit etwa 60° gegen den Beschauer, d. h. nach Südwest ein. An der Grenze der Dogger- und der überlagernden Lettenschicht ist der Sand zu einem rauhen Eisenstein verkittet und der Letten dunkelbraun bis rot gefärbt. Diese Durchtränkung mit der Eisenlösung vollzog sich in Bändern, die von der Schichtfläche aus sich nach innen ziehen. Doch dies ist noch kein technisch verwertbares Eisenerz. Zu einem solchen wird es erst in der Tiefe, wo der Stock auch grössere Ausdehnung gewinnt. In der jetzigen Tiefbausohle von 89 m hat er einen annähernd kreisförmigen Querschnitt von 120 m Durchmesser und ausserdem schliesst sich nach SO eine zungenförmige Linse von Erz an. Hier aber ruht das Erz, das wieder mit Sand und verschiedenfarbigen Letten vereinigt ist, nicht mehr direkt auf dem Doggersand, vielmehr durchfuhr ein Querschlag nach Osten vom Schacht aus erst 4 m Thon, dann 17 m oolithischen Kalk und Thon des oberen Dogger, um dann erst in den Eisensandstein des Dogger einzudringen. Eine andere Strecke, welche vom Schacht aus im Streichen nach Südost aufgefahren wurde, legte die Störungszone bloss, an der das Absinken des Jurakalkes stattfand. Hier sind zahllose Brocken von Malmkalk in einen schwarzen Thon eingeknetet, der durch dunkle Phosphoritknollen sich als Ornatenthon kennzeichnet.[1]) Nördlich legt sich an den Erzstock Sand des Dogger an in unregelmässiger Weise und geringer Stärke, und dahinter steigt wieder der Jurakalk des Arzbergs auf. Der Erzstock selbst nimmt nach der Teufe an Mächtigkeit in jeder Abmessung zu und steht sehr steil, mit einem allgemeinen Fallen nach Südwesten. Er setzt sich aus einem sehr kompakten Brauneisenstein zusammen, der in ausgezeichneter Weise das Zuwachsen von Drusen und die Verkittung der Erzbreccie durch jüngeres, stärker hydratisirtes Erz oder durch weisses und gelbes Steinmark[2]) zeigt. Auch dieser Erzstock ist bis in die jetzige Teufe herein mit Uraltungen durchfahren, welche wohl die inneren Verrutschungen und Breccienbildungen zur Folge hatten, wie nicht nur die sog. Erzhülle, ein kreisrunder Weiher in der Firste des Erz-

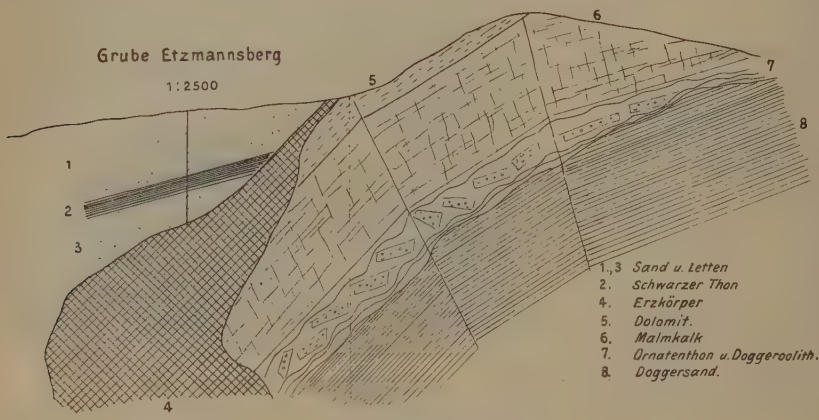


Figur 3.
Ausgehendes bei Zeche Caroline.
Die Schichten fallen gegen den Beschauer zu ein. Zu oberst unter der Humusdecke Kreideschichten, darunter der dunkle, rauhe Eisenstein (nach oben durch eine intensiv gefärbte Lettenlage begrenzt, nach unten in breiten Bändern in den das Liegende bildenden Doggersand eindringend.)

[1]) Dr. Pompeckj, Die Juraablagerungen etc. Geogn. Jahreshefte 1901. S. 162.

[2]) Gümbel gibt Ostb. Grenzg. S. 465 eine Analyse desselben an, wonach dasselbe aus nahezu reinem, wasserhaltigem Thonerdesingulosilikat besteht und somit die Zusammensetzung eines Kaolinit besitzt. Das Steinmark ist ziemlich hart. H. 2,5—3, fühlt sich fettig an und klebt stark an der Zunge.

stockes, welcher durch eine Einsturzpinge verursacht ist, andeutet, sondern auch das völlige Geschlossensein der früheren Grubenräume. Im Hangenden legt sich zunächst schwimmender oder doch wasserreicher Sand und dann blauer Letten mit verschiedener, jedoch stets geringerer Neigung als das Erz nach Südwesten an. Die nächste Querverwerfung tritt dann einen Kilometer weiter nordwestlich nächst Etzmannshof ein, an welcher der Verlauf der Hauptspalte aus der SO.—NW.-Richtung in eine nordwestliche abgelenkt wird. Schon ehe man in der Verfolgung der Verwerfung an diesen Haken kommt, weicht der Kalksteinrücken des Arzbergs zurück und hier setzt wiederum die Erzbildung ein, die durch die Zeche Etzmannsberg abgebaut wird. Der verlassene Maxschacht, der im Liegenden abgeteuft war, ging durch den Malmkalk bis in den Eisenoolithkalk des Doggers. Von dort

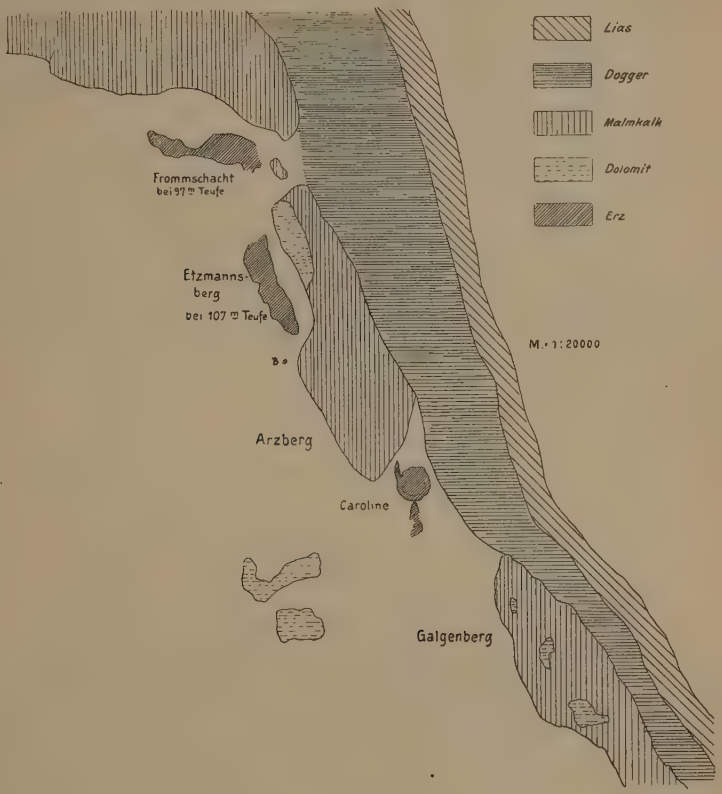


Figur 4.

ging der Querschlag durch mit Oolithkalkbrocken durchsetzten Ornatenthon, zusammen 8 m lang, und dann weitere 16 m durch erst klotzigen, dann plattigen Malmkalk,[1]) der mit etwa 60° nach Südwest einfiel. Dieser Kalkstein ist von gleichsinnig fallenden, jedoch steileren Klüften und Absonderungsflächen durchzogen, und an eine solche legte sich eine wenig mächtige gelbe Lettenlage, durchschnittlich $^1/_2$ m stark, hinter welcher das Erz selbst sich einstellte. Die hangende Begrenzung des Erzstocks zeigte nahe der Tagesoberfläche (siehe Figur 4), wo er sehr gering mächtig war und Dolomit zum Liegenden hatte, eine Neigung von etwa 70°, verflächte sich bei 35—40 m Teufe bis zu 60° und weniger, wobei im gleichen Maasse das Erz an Mächtigkeit gewann, stellte sich dann bei 90 m fast seiger und weicht bei der jetzigen Maximalteufe von 112 m zum Theil zurück. Die liegende Begrenzung geht, wie gesagt, bis etwa 100 m parallel den Absonderungsflächen des Kalks, dabei mehrmals von einer Absonderungsbank zur nächsten überspringend und biegt dann plötzlich widersinnig um, so dass die Bruchflächen des, geologisch genommen, liegenden Kalks im Dache des Erzes erscheinen. Bei der Teufe von 112 m ist die Begrenzung schon so weit zurückgewichen, dass statt des Kalksteins schwarzer Ornatenthon im Dache ansteht. Was die horizontale Erstreckung

[1]) Ich habe aus den plattigen Kalken des Arzbergs *Harpoceras hispidum* Opp. sp., *Perisphinctes convolutus* Quenst. sp. und Stacheln von *Cidaris coronata* Goldf. sp. gesammelt, und v. Ammon gibt (Frankenjura S. 624) aus dem Ornatenthon *Amm. coronatus* an.

anlangt, so gewann sie auch nach der Tiefe zu an Grösse. Sie hat, wie Figur 5 zeigt, eine lang linsenförmige Gestalt, die etwa den Raum erfüllt, der durch das Zurücktreten des Kalkes gegenüber dem südlichen Theil des Arzbergs frei wird. Noch deutlicher wird dieses Verhältnis durch Figur 4. In der 112 m Sohle ist das Erz auf 350 m Länge verfolgt, ohne dass man sein nordwestliches Ende erreicht hätte. Man vermuthet daher eine Verbindung in der Teufe mit dem hernach zu besprechenden Frommschacht. Die Mächtigkeit, welche in der 107 m Sohle



Figur 5.

bis 30 m betrug, macht in der 112 m Sohle bis zu 80 m aus. Der jetzige Tiefbauschacht ist südöstlich vom Erzstock im Jurakalk angesetzt, das Schachttiefste steht jedoch in grauem Thon, der mit Kalksteinbrocken, die allerhand Rutschflächen zeigen, untermischt ist. Da in diesem Thon häufig dunkle Phosphoritknollen auftreten, und auch die übrigen Lagerungsverhältnisse dafür sprechen, ist er als Ornatenthon anzusehen. Das Hangende des Stockes zeigte der alte Karlschacht, der 25 m groben Sand, dann 6 m schwarzen Thon und darunter 11 m zumeist schwimmenden Sand erschloss, unter welchem der in Letten gehüllte Erzstock erreicht wurde. Diese Schichten fallen mit schwächerer Neigung (20—25°) vom Erz weg ein, so dass also das Erz discordant sowohl zu seiner Unterlage, als zu seinem nicht ungestört gelagerten Hangenden steht. Gümbel[1]) sagt desshalb: „Es

[1]) Amberger Eisenerzform. S. 302.

ist klar, dass diese Erzmasse sich nicht in der steilen Lage gebildet haben kann, in welcher wir dieselbe jetzt vorfinden." In wie weit dies zutrifft, ist an späterer Stelle zu untersuchen. Die Erze selbst sind wiederum dichte Brauneisensteine, die selten in Rotheisenstein übergehen. In manchen Lagen finden sich häufig Hornsteinknollen des Jurakalks. Einmal fand sich in der 112 m Sohle ein Block von Kalkstein, etwa 5 m mächtig, mitten im Erz; doch war derselbe nicht mehr zugänglich. Von der mineralogischen Beschaffenheit wäre nur noch zu sagen, dass zuweilen im Liegenden Anreicherungen von Mangan in sog. Schwarzeisenstein sich finden, sowie selten Ausscheidungen von anderen Mineralcombinationen, wovon Gümbel in Ostb. Grenzgeb. S. 462 eine Analyse gibt.

Westlich von der Querverwerfung baut die Maximilianshütte durch den Frommschacht die Eisenerze ab, die wiederum in ganz ähnlicher Weise an den Kalkstein des weissen Jura gebunden sind. Diese Erzlinse ist bis zu 98 m Teufe aufgeschlossen und nimmt nach der Tiefe zu an Längenausdehnung zu, so dass sie in der jetzt erreichten Sohle 350 m lang ist und bis 85 m mächtig. Das Bild ist hier insofern etwas anders, als das Erz sich unter einer vorspringenden Rippe von Kalkstein nach Norden zu ausbaucht, um dann von der 89 m Sohle ab wieder rechtsinnig nach Süden zu einzufallen. Ein ähnliches Verhältnis ergab sich auch bei einer Bohrung südlich von Etzmannsberg (siehe Figur 3) auf der Brunnleite, welche nach gütiger Mittheilung des Herrn Bergingenieur Klein folgendes Resultat hatte:

Gelber und weisser Sand und Letten . . .	48,50 m
Kalkstein	39,15 m
Sand, theils fest, theils schwimmend . . .	14,10 m
Gelber Letten mit Erz	0,90 m
Sand und Letten	11,30 m
Brauner Letten und Sand mit Erz	3,60 m
Kalkstein	6,45 m
	124,— m

Auch hier also findet sich das Erz in einer Einbuchtung oder Nische des Kalksteins. Was das Hangende der Erze im Frommschacht betrifft, so ist es auch hier Sand und blauer Thon von flachem Einfallen. Bei Kleinfalz gewinnt die Spalte wieder ihr regelmässiges nordwestliches Streichen, wie sich schon aus der Oberflächenfiguration ergibt, da die steil gestellten Kalksteinbänke die darunter liegenden sandigen Schichten vor der raschen Denudation schützen. Ein Kilometer weiter im Streichen der Verwerfung liegt der Einzelhof an der Bahnlinie Neukirchen—Vilseck, von wo Gümbel[1]) folgendes Profil angibt: Zunächst über dem Dolomit und zwar in einer Einmuldung desselben finde sich grauer Thon, dann weisser Sand mit Sandeisenstein, nach oben übergehend in Grünsandstein, weiterhin gelber Letten mit Brauneisenstein. Zu oberst folge ein dunkler, sandiger Thon voll von Versteinerungen des Cenomangrünsandsteins. Diese Versteinerungen sind, soweit sie mir durch das Entgegenkommen der kgl. geognostischen Landesuntersuchung zugänglich waren und soweit sie mir bestimmbar erschienen, folgende:

Cardium Ottoi Gein. (Gümb.).
Spondylus latus Sow.
Pecten cf. *curvatus* Gein.

[1]) Frankenjura S. 428.

Nucula porrecta Reuss.

Tellina (Arcopagia) semicostata Reuss (Fritsch, Stud. II. Weissenb. Sch. S. 126 f. 102).

Da diese Fossilien, insbesondere das nicht seltene *Cardium Ottoi*, charakteristisch für turone Ablagerungen sind, so darf man wohl auch für diese Bildung ein turones Alter annehmen; dies scheint auch mit dem Umstand übereinzustimmen, dass bei Amberg die eigentlichen cenomanen Schichten sichtlich auskeilen und auch die untersten turonen Bildungen, d. h. in unserer Gegend der Tripel bei Sulzbach und weiter nördlich nicht mehr angetroffen wird. Wohl aber gewinnt diese Sandbildung mit der Einlagerung eines schwarzen Thones eine weite Verbreitung, wie wir noch sehen werden, und v. Ammon[1]) gibt diese Schichten vom Bahnhof Sulzbach an, wo sie mit dem Frankendolomit verworfen einfallen und von jüngerem Sand und Sandstein überdeckt werden. Lässt sich nun auch die Verwerfungslinie noch sehr leicht bis Oberreinbach, wo der plötzliche Abbruch der älteren jurassischen Schichten stattfindet und deren Randlinie nordöstlich gegen Vilseck zu verläuft, und bis Eschenfelden, wo noch einmal Dogger und unterer Malm zu Tage treten, verfolgen, so sind hier doch noch nirgends die Erze, die sonder Zweifel auch hier sich finden, erschlossen worden. Weiterhin lässt sich die Verwerfung nicht mehr so leicht konstatiren, da nördlich wie südlich Dolomit ansteht und überdeckender Sand die Lagebeziehungen verhüllt. Doch tauchen weiter nordwestlich zwei andere Spalten auf, die von L. v. Ammon und Thürach[2]) beschrieben wurden. Es ist dies einmal die vom Aufsessthal über Königsfeld nach Staffelstein ziehende nordnordwestliche und dann die bei Zentbechhofen und Forchheim bemerkbare gekrümmte, im grossen Ganzen ostwestliche Walperlespalte. Schon Ammon spricht die Vermuthung aus, dass eine der beiden die Fortsetzung der Amberger Spalte bilden dürfte, und Thürach glaubt, die Walperlespalte als solche bezeichnen zu können. Zur Beurtheilung dieser Frage ist von Interesse, dass einmal in der geraden Verlängerung der konstatirten Störungslinie bei Neuhaus an der Pegnitz zur Zeit ruhende Eisenerzgruben sich finden, worauf im Uebrigen nicht allzugrosses Gewicht zu legen ist, und dass noch weiter nordwestlich wieder genau in der Fortsetzung der Amberger Spalte bei Betzenstein wiederum die Eisenerzbildung einsetzt. Dieses Vorkommen, welches von dem „Veldensteiner Sandstein" überdeckt wird und nicht sehr weit von einem sicheren Aufschluss oberturoner Schichten am Mergnerser Anger[3]) entfernt ist, hat Gümbel als besonders wichtiges Beweismittel für das untercenomane Alter der Amberger Erze angesehen. Zu diesem Zwecke musste er allerdings eine nur 0,25 m mächtige Schicht glaukonitischen Sandes, welche unmittelbar unter den Calianassenschichten ansteht, als Aequivalent des ganzen Regensburger Grünsandsteins annehmen, damit der darunter gelagerte 1,25 m mächtige gelbe Sand mit Brauneisenbutzen, der durchaus nicht sicher dem eigentlichen Eisenerzlager gleichwerthig ist, den Perucer Schichten zugerechnet werden konnte. Das Beweismittel scheint also nicht ganz gesichert, dagegen ist diese Erzbildung und noch mehr jene von Plech und Hunger, zwischen Plech und Betzenstein, beide in der Verlängerung der Amberger Spalte gelegen, interessant, weil heute noch zwischen Hunger und Ottenhof ein auf der Generalstabskarte

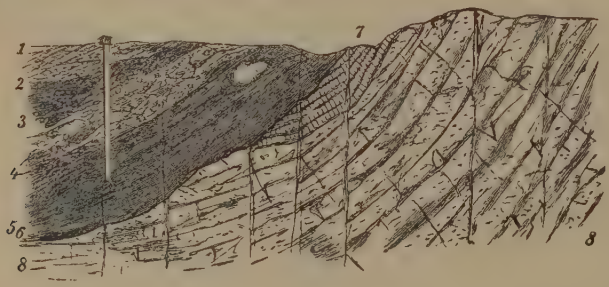
[1]) Frankenjura S. 624. Kleiner Führer S. 40. (In Frankenjura heisst es durch einen Druckfehler 80° anstatt 30°.)

[2]) Frankenjura S. 610 ff. und 622 ff.

[3]) Frankenjura S. 426. Ostbayr. Grenzgeb. S. 745.

verzeichneter, dem Geschmacke nach ziemlich kräftiger[1]) Sauerbrunnen sich findet, der wohl nicht unmittelbar von den Tagwässern gespeist wird, aus dem hohen Kohlensäuregehalt zu schliessen und, weil er nach der Aussage der Leute auch zu solchen Zeiten nicht ausblieb, als die übrigen Brunnen versiegten. Diese Umstände scheinen gute Indizien dafür zu sein, dass hier die Amberger Spalte durchsetzt und in die Staffelsteiner Spalte übergeht, was auch mit der Richtung der anderen Verwerfungslinie (z. B. Vilseck—Auerbach—Pegnitz—Hollfeld) übereinstimmt.

Bis jetzt haben wir die Eisenerzbildungen der Amberger Spalte von Amberg nordwärts betrachtet. Nach Süden zu begegnen wir wesentlich nicht davon verschiedenen Verhältnissen, die wir freilich zum grossen Theil aus Akten und



Figur 6.
Eisenerz-Ablagerung bei Engelsdorf.

1. Lehm und Sand (Oberflächenbedeckung).
2. Gelber und grüner flasriger Thon mit Eisensteinkörnchen.
3. Sandiger Thon mit Hornsteinknollen.
4. Hornsteinknollen mit Brauneisenstein.
5. Lettiger Brauneisenstein (Hauptflötz).
6. Eisensteinschale.
7. Rauchgrauer Jurakalk.
8. Doggeroolith und Eisensandstein.

Angaben Gümbel's kennen lernen müssen, da heute Grubenaufschlüsse fehlen. Ein recht instruktives Profil gibt Gümbel von dem Bergbau zu Engelsdorf, welches auch hier zum Abdruck kommt. Der Schacht durchteufte von oben nach unten schwach geneigten Grünsandstein, der wenig weiter westlich im Dorfe selbst fast horizontal gelagert ist, bei Högling jedoch an der Spalte mit 20—30° einfällt, dann gelben und grünen Letten mit stärkerer Neigung, darunter kam das Erzflötz, wieder aus Letten und Brauneisenstein mit Hornsteinknollen bestehend. Ausserdem macht das Bild ersichtlich, dass einmal im Erz Kalkstein angetroffen wurde. Zum Liegenden hatte das Erzflötz Malmkalk, an den es sich nach der Zeichnung stufenweise anlegte, wie wir es auch von Etzmannsberg gesehen haben, in grösserer Tiefe Eisenoolithkalk und Eisensandstein des Dogger. In Krumbach traf man eine ähnliche Lagerung an. Nach der Darstellung, welche Gümbel im Frankenjura S. 398 davon gibt, fällt hier am Ruithberg Eisensandstein, weiter westlich am Gehänge gelber Mergel mit *Belemnites calloviensis* und Doggeroolith, darüber unterster Malm mit 15° nach Südwest ein, der jedoch in einer gewissen Teufe an den gleichen Schichten, welche von Krumbach her mit 55° nach Südost streichend einfallen, abstösst. An dieser Verwerfung findet sich das Erz, das hier eine Mulde bildet in den verschieden tief ausgefressenen Schichten des Malm und Doggerkalks, im Osten wie die unterlagernden Schichten flach geneigt, im Westen ebenso steil fallend und verkieselte Fossilien des Malm und Dogger beherbergend.

[1]) Leider war es mir aus Mangel an Zeit nicht mehr möglich, eine Analyse des Wassers zu geben.

Wo sich der Eisensandstein des Dogger heraushebt, keilt sich das Erzlager aus. Im Hangenden legen sich verschiedenfarbige Thone und darüber Sande an, die in gleicher Weise die Faltung mitmachen. Weiter nach Südosten zu keilen die steil gestellten Schichten des Jura an der Spalte aus und gleichzeitig sind die letzten Punkte, an denen die Erzbildung einsetzt, Paulsdorf und Altenricht, wo noch zum letzten Mal die Schichten des weissen Jura mit Sicherheit zu konstatiren sind. Die Lagerungsverhältnisse sind, soweit es zu erfahren war, die gleichen, wie bei den besprochenen Erzstöcken. Weiter nach Südwesten stossen die Kreideschichten, soweit Aufschlüsse gegeben sind, unmittelbar am krystallinischen Waldgebirge ab; auch die als „Keuperschichten im Allgemeinen" auf der Karte bezeichneten Ablagerungen können nach v. Ammon ebenso gut einen Ueberdeckungssandstein vorstellen, und auch ich konnte zwischen diesen auf der Höhe östlich von Dürnsricht anstehenden gelben eisenschüssigen, grobkörnigen Sandsteinen und dem südlich im Dürnsrichter Kirchenholz zwischen Irrenlohe und Pittersberg hie und da aufgeschlossenen, auf der gleichen Karte als „Kreideschichten im Allgemeinen" bezeichneten Sandstein, den wir als wahrscheinlich den Winzerbergschichten gleichaltrig erkannt haben, keinerlei Unterschied finden. Auch der Umstand stimmt damit überein, dass dieser fragliche Keupersandstein augenscheinlich den im Orte Dürnsricht anstehenden Grünsandstein überlagert. Bei Schwarzenfeld unterbricht das breite Thal der Naab den Granitrücken, der hier die Erstreckung der Spalte bezeichnet, und hier haben sich, den Unebenheiten des aus Granit und Grünsandstein bestehenden Untergrundes sich anschmiegend, jüngere Bildungen angesiedelt. Es sind dies lignitische Braunkohlen, die sich zum grössten Theil aus unschwer zu isolirenden Holz- und Rindenstücken zusammensetzen, umhüllt von mulmiger Kohle und bedeckt von weissen und gefärbten Thonen. Hat zwar der mehrere Jahre hindurch betriebene Bergbau keine wissenschaftlichen Ergebnisse gehabt, als dass das Flötz in einer durch einen schwachen Sekundärsattel getheilten, ungestörten flachen Mulde die Schichten des krystallinen und aufgerichteten Kreidegebirgs überlagert, so wird durch die Funde von *Pinites Hoedliana* Goepp. und andern Pflanzenresten, die Gümbel[1]) aus den nahe gelegenen Braunkohlengruben von Wackersdorf und vom Sauforst, letztere von Dr. Kraus in Würzburg bestimmt, angibt, das obertertiäre Alter auch dieser Ablagerung wahrscheinlich gemacht. Um so mehr, als die weiter südlich in der Regensburger Gegend gelegenen Braunkohlenvorkommnisse von Nittendorf und Undorf, mit *Mastodon angustidens* Cuvier, *Aceratherium incisivum* Cuv. sp., mit *Ancylus deperditus* Desm. und *Limnaeus dilatatus* Noul. (nach Ammon), wie auch die bekannten nördlichen in der Nachbarschaft der Basaltberge befindlichen von Seussen, Zottenwies, Sattlerin u. s. f. sicher miocänen Alters sind. Jenseits der Naab treten dann diese tertiären und jüngere alluviale Schichten unmittelbar an das Granitgebirge heran, und dann bildet 140 km lang die gerade Fortsetzung der besprochenen Spalte der Quarzzug des Pfahls, dessen Gangnatur heute wohl nicht mehr im Ernst bestritten wird. Das Auffallende dieser fast unmittelbaren und geradlinigen Fortsetzung haben schon Suess (a. a. O.) und Thürach (Frankenjura S. 612) hervorgehoben.

[1]) Ostb. Grenzg. S. 789.

Die Vilseck-Auerbacher Verwerfungslinie.

Bei der Umschau vom Mariahilfsberg bei Amberg aus fiel uns ausser dem besprochenen Höhenzug noch eine andere Bodenerhebung auf, nämlich die Gebirgsmauer des Granits im Osten. Auch diese stellt sich bei näherer Betrachtung als durch eine Verwerfung herausmodellirt dar. v. Ammon, der sie im „Frankenjura" (S. 623) skizzirt, zählt sie mit zum System der Sulzbach-Amberger Störungslinie, und dies ist wohl gerechtfertigt; denn wenn sie auch eine etwas andere Richtung einhält (sie streicht in hora 10 gegenüber hora 7—8 der Amberger Spalte), so zweigt sie doch unverkennbar bei Högling im Fensterbachthal von jener ab und bildet die Schwelle vom krystallinischen Gebirge zum mittleren Mesozoikum, wie der Amberger Höhenzug von diesem zur Landschaft des Frankendolomits und der oberen Kreide.

Figur 7.
Eisenerz-Ablagerung der Luitpoldzeche bei Gross-Schönbrunn.

a. Oberer und oberster Keuper.
b. Lias.
c. Unterer Dogger (Opalinusthon).
d. Eisensandstein.
e. Doggeroolith.
f. Rauchgrauer Jurakalk.
g. Eisenerz-führende Schichten.

Diese Randverwerfung scheint mit dem Gebirgsabbruch am blauen Berg zu enden. Doch ist es vielleicht nicht unwahrscheinlich, dass sie im Gebiet des Hirschauer Keupers den Zusammenhang der Amberger Spalte mit der im übrigen Verlauf dieser parallelen Spalte herstellt, die über Vilseck, Auerbach, Pegnitz bis Hollfeld verläuft. Wo in dieser Richtung südöstlich von Vilseck die Schichten des Jura unter der sandigen Ueberdeckung verschwinden, dadurch dass sie an der Abbruchsspalte eine geneigte Lage annehmen, setzt auch wieder die Erzablagerung ein. So war bis vor kurzer Zeit bei Grossschönbrunn auf der Luitpoldzeche Bergbaubetrieb, von dessen Aufschlüssen Gümbel im Ostb. Grenzgeb. ein Profil gibt, welches hier wiederholt sei. Dort schiessen die Schichten des Jura nach Norden mit 20° ein. Das Eisenerz füllt wieder, wie die Abbildung zeigt, eine Tasche im Jurakalk aus und zwar so, dass man nach Gümbel[1]) in mehreren Schichten unter der Oberflächenüberdeckung erst eine Rippe von Jurakalk durchteufen musste, um zu dem Erzlager zu gelangen. Gümbel erklärt dies so, dass der Jurakalk ein vorspringendes Riff gebildet habe, unter welchem die das Erz erzeugenden Gewässer Raum fanden, Ausscheidungen und Niederschläge von Eisenoxydhydrat abzusetzen. Merkwürdig bleibt dabei, dass dieser mit seiner Oeffnung

[1]) Amberger Eisenerzform. S. 313.

abwärts gerichtete oder höchstens zur Zeit der Ausfüllung horizontale Sack so vollständig mit den Niederschlägen ausgefüllt wurde. Das Erz enthält wieder Hornsteinknollen, in den tiefsten Niveaus oolithische Körner, wozu zu bemerken ist, dass die Tasche zum Theil in den Doggeroolith hinabreicht. Für absolut richtig ist übrigens, abgesehen von der Ueberhöhung, das Profil nicht zu halten, da bei einem Fallwinkel von 20°, den Gümbel besonders angibt, und einer Entfernung von über 1 km vom Kamm, wo die Malmschichten unter der Ueberdeckung verschwinden, bis in die Nähe des Dorfes Grossschönbrunn, die Mächtigkeit des unteren Malm einschliesslich der unteren Tenuilobatenschichten, die südlich vom Dorfe zu Tage treten, gegen 400 m betragen müsste, was den thatsächlichen Verhältnissen durchaus nicht entspricht. Viel wahrscheinlicher ist, dass die Verwerfungsspalte, die auch Gümbel hier als Urheberin der eisenhaltigen Quellen annimmt, zwischen der Krikelsdorfer Höhe und dem Ort Grossschönbrunn durchstreicht, an welcher der südlich vorgelagerte Theil abgesunken ist. Eine Reihe weiterer Erzvorkommen, die zwar zur Zeit nirgends blossgelegt sind, überall aber an der Grenze von Jurakalk und Ueberdeckung auftreten, schliessen sich dem von Grossschönbrunn bis Vilseck an. Dann aber verschwinden alle älteren Bildungen unter der Verebnung des Obervilsecker Forstes, und in der Richtung der Verwerfung erstreckt sich von Südost nach Nordwest eine Reihe langgezogener Weiher und Moore, bis unweit Zeltenreuth ein vergleichsweise hoher Zug von Dolomitbergen, der sich von dem südlich vorgelagerten Gelände scharf abhebt, die Störungslinie bis Auerbach wieder deutlich anzeigt. Gleichzeitig treten auch wieder die Erzbildungen in die Erscheinung, die an der Grenze des Dolomits und Jurakalks einerseits, der vorgelagerten sandigen Schichten andererseits sich einstellen. Der Höhenzug besteht nämlich nicht, wie man aus dem Vorhergehenden und aus dem Bild, das die geognostische Karte gibt, aus einheitlichem Frankendolomit im Sinne Gümbel's, vielmehr wird derselbe von einer Reihe von Querbrüchen durchzogen, an welchen vertikale Verschiebungen stattgefunden haben, und an manchen Stellen scheint die Dolomitisation verschiedene Niveaus ergriffen zu haben, denn beim Anstieg von Welluck zur Gottvaterkapelle hat man an den tiefer gelegenen Aufschlüssen typischen Dolomit vor sich und oben am Plateau, wo die nackten Felsen stehen, findet man richtigen Kalkstein mit vielen Exemplaren von *Perisphinctes Lothari* Opp. sp. Die Maximilianshütte hat auf diesem ihrem Felde „Minister Falk" neuerdings Bohrungen angestellt, die gute Resultate ergaben. Die Erzlager sind, soweit man sie kennen gelernt hat, wieder an den Malmkalk und Dolomit gebunden. Bei Welluck traf man bei 16 m Teufe Brauneisenstein 6 m mächtig, in anderen Bohrlöchern bei 27 m Teufe 9 m, bei 84 m 12 m, bei 97 m Teufe 22 m Erz, überall im Liegenden Kalk (oder Dolomit?), bei Nitzelbuch traf man bei 98 m Teufe Brauneisenerz 20 m stark, in einem Bohrloch daneben bohrte man 122,50 m, und kam aus den sandigen und thonigen Schichten in den Kalk, ohne Erz anzutreffen. Zwischen Bernreuth und Nitzelbuch erbohrte man bei ca. 100 m 18 m mächtig Spatheisenstein. Der eigentliche Bergbaubetrieb ist noch nicht eröffnet, doch ging man in der Welluck am Abhang mit einem Schacht nieder, der von Tag herein in Gehängeschutt und Lehm niedergebracht wurde, bei 14,5 m in schlechten Brauneisenstein kam, bei 15 m in Dolomit, und bei 31 m in festem klotzigem Malmkalk stand. Die Grenze von Dolomit und Kalk war nicht festgestellt. Der Kalkstein ist von Klüften durchsetzt, die mit Letten erfüllt sind und Salbänder von Brauneisenstein haben.

Doch überwiegendes Interesse hat das Erzvorkommen von Auerbach selbst, die Leoniezeche. Östlich vom Städtchen nimmt am Fuss des Gottvaterberges die bis dahin in hora 9 verlaufende Spalte eine nördliche Richtung an, um von Reichenbach an wieder einen nordöstlichen Verlauf zu nehmen. In diesen Haken mündet eine Parallelspalte, die sich von Sommerhau über Pinzig und Dornbach zum Schleichershof verfolgen lässt. Nördlich von dieser durch eine Thaleinsenkung oberflächlich kenntlichen Verwerfung setzt sich der Sockel der um 100 m die Thalsohle überragenden Erhebungen des Grünbergs, der Gugelplatte und Am Felsen aus dem Eisensandstein des Doggers mit *Pecten personatus* Ziet. zusammen. Der Eisensandstein wird von den Eisenoolithkalken des mittleren Dogger überlagert, von dessen Fossilreichthum am Schleichersgraben ich die Funde von *Cosmoceras subfurcatum* Ziet. sp., *Belemnites giganteus* Schloth., *Ostrea Marshi* Sow., *Ctenostreon proboscideum* Sow., *Lima tenuistriata* Münst., *Pecten ambiguus* Münst., *Modiola imbricata* Sow., *Gresslya gregaria* Ziet. sp., *Pholadomya* cf. *nymphaeacea* Ag., *Terebratula globata* Sow., *Terebratula omalogastyr* Ziet., *Serpula convoluta* Goldf. anführe.[1]) Diese Schichten werden von Mergeln der Macrocephalenzone überlagert; dann fehlen Aufschlüsse und nur der wasserführende Horizont zeigt die Schicht des Ornatenthons an. Zuletzt krönen Felsen von weissen, schwammführenden Kalken des Malm die Höhen. Diese Schichten fallen mit verschiedener, aber zumeist geringer Neigung (bis 15°) nach Süden und Südwesten ein.

Die südliche Thalseite aber wird begrenzt von den Dolomit- und Kalkhöhen des bereits erwähnten Gottvater- und Pinzerberges. Dieses auf den ersten Blick geognostisch sehr einheitlich erscheinende Gebilde ist, wie gesagt, von vielen Querspalten durchsetzt, die wir bereits dadurch ermitteln konnten, dass wir auf der östlichen Seite eines von Welluck nach dem Schatzfelsen führenden, anscheinend durch blosse Erosion erzeugten Einschnittes Tenuilobatenschichten mit *Per. Lothari*, auf der andern im gleichen Niveau Dolomit fanden, von denen ersterer mit 20°, letzterer mit ungefähr 40° nach Südwesten einfallen. Allerdings ist diese Beobachtung aus dem Grund nicht ganz beweiskräftig, dass ich das Alter des Dolomites nicht feststellen konnte, und auch das wahre Einfallen des Dolomites nicht nothwendig mit dem der vielfach gemessenen Bankung desselben übereinstimmen muss. Ein schichtenweiser Wechsel im Material lässt sich eben nicht feststellen. Um so sicherer ist der Umstand, dass ein neuerlich am Nordhang dieser Höhen bei der Leoniezeche abgeteufter Luftschacht noch bei 70 m Tiefe in voller Breite in einer Lettenkluft steht, während der um 20 m weiter westlich angesetzte Hauptschacht im stark zerklüfteten, in den Klüften Sand, Letten und Wasser führenden Dolomit niedersetzt. Oestlich aber, zwischen den Schächten und dem Ort Dornbach erschliesst ein Steinbruch wohlgeschichteten muschlig brechenden Kalkstein der Tenuilobatenschichten mit *Perisphinctes Lothari* Opp. sp., *Aptychus lamellosus*, *Pleurotomaria*, *Aspidoceras* sp. (Dieser hinsichtlich des Grades der Einrollung und Form der Schale dem *Amm. episus* Opp. gleichende Ammonit, unterscheidet sich doch von ihm durch Nabelknoten und eine weitere Reihe von an Zahl geringeren und nicht sehr hohen Knoten etwa auf der Mitte der Flanken.) Diese Schichten fallen mit 15° nach Südwesten ein. Nach Südwesten ist diesen Höhen flaches Gelände vorgelagert, aus dem sich in einiger Entfernung von der Spalte Dolomitfelsen herausheben. Den Zwischenraum aber ebnet grober Sandstein aus, der sich dann

[1]) Hinsichtlich weiterer Fossilien aus diesen Schichten siehe die cit. Arbeit von Dr. Schlosser.

weit nach Westen hin ausdehnt, und der unter der Bezeichnung des Veldensteiner Sandsteins bekannt geworden ist. Gümbel kannte aus demselben nur schlechte Holzreste, theils als Abdrücke, theils vererzt und muthmasste desshalb (s. Frankenjura S. 144 und 426), dass diese Schichten den Regensburger Schutzfelsschichten, also der tiefsten Stufe des Cenoman gleichzuachten wären. Dagegen spricht aber schon die erhebliche Mächtigkeit dieses Komplexes; so hebt sich in dem Steinbruch südlich von Auerbach der Sandstein etwa 10 m aus dem allgemeinen Niveau heraus und geht dabei sicher noch allermindestens ebenso tief nieder. Er setzt sich aus durchschnittlich 1—2 m mächtigen Bänken eines weisslichen bis röthlichgelben, feldspathreichen Sandsteins zusammen und zeigt in ausgezeichneter Weise Diagonalschichtung und wellenförmige Anhäufung des Materials, wobei die Bänke durch Zwischenlagen verschiedenfarbiger Letten getrennt sind. Leider enthält der Sandstein selbst keine organischen Ueberreste als Holzreste, zum Theil durch Brauneisenstein vererzt (an einem solchen Holzstück sitzen Pseudomorphosen von Brauneisen nach Schwefelkies, in der Form 0, ∞O∞, wie sie Zittel, Lybische Wüste S. 85, beschrieben hat), und unbestimmbare Bildungen von der allgemeinen Form der *Spongia Saxonica* Gein. Doch finden sich in den tieferen Horizonten dieses Sandsteins mächtigere Zwischenlagen von schwarzen und grauen Thonen, die Gümbel[1]) aus dem nördlichsten Verbreitungsbezirk dieses Gebildes zwischen Hollfeld und Neuhaus angibt. Eben diese Thone kommen auch bei Auerbach vor, und zwar bilden sie zum Theil das unmittelbare Hangende der zu besprechenden Erzlager. In diesen habe ich mehrere Exemplare von *Cardium Ottoi* Gein. (Gümb.), ferner *Dentalium* sp. und *Araucaria* gefunden, und dies berechtigt zu der Annahme turonen oder untersenonen Alters der Schichten. Da diese Thone aber tiefen Zonen des Sandsteins einerseits angehören, der Sandstein also nicht älter sein kann als die Thone, da andererseits die bei Betzenstein erschlossenen Schichten, die oberturonen Alters sind, auch nicht den Sandstein unterteufen, so darf man wohl ein mittelturones Alter dafür annehmen,[2]) was mit dem Befunde südlich der Amberger Spalte am Einzelhof bei Neukirchen übereinstimmt, wo auch *Cardium Ottoi* in schwarzen Thonen auftritt, die eine Einlagerung im Sand bilden. Ausserdem ist dieser Sandstein bis Neuhaus a. d. Pegn. südlich, jener bis nördlich von Neukirchen bekannt, so dass fast ein kontinuirlicher Uebergang angenommen werden kann.

Diese Schichten fallen im Steinbruch bei Auerbach mit 7—10° nach Südwesten, mit 15° nach Nordosten bei der Russhütte ein; dies ist ebenso viel und ebenso wenig als die Schichtenneigung des davon bedeckten Kalk- und Dolomitplateaus ausmacht. Ammon[3]) gibt für diese Dolomitlager als Beispiel ein Einfallen von 15° nach Nordost, und von 9° nach Südwest an, während nach demselben in der Vilsecker Gegend die Kalke fast horizontal liegen. Zunächst jedoch an der Dislokationslinie haben Kalkstein, wie der überdeckende Kreidesandstein stärkeres Einfallen, wie auch v. Ammon beobachtet, dass am Weg von Auerbach zur Leoniezeche der Sandstein mit 27° nach Nordwesten einfalle. Dass diese leicht verwitternden und fortführbaren Sande und Sandsteine ehemals eine weit grössere Mächtigkeit besessen haben, wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass man zu-

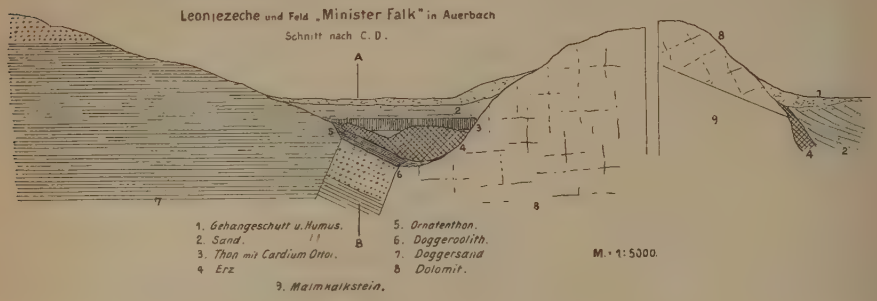
[1]) Geologie von Bayern. II. B. 1894. S. 869.

[2]) Auch Gümbel nahm früher, Bav. III. IX. S. 68, denselben als Aequivalent des Regensburger Knollensandes an.

[3]) Frankenjura S. 627.

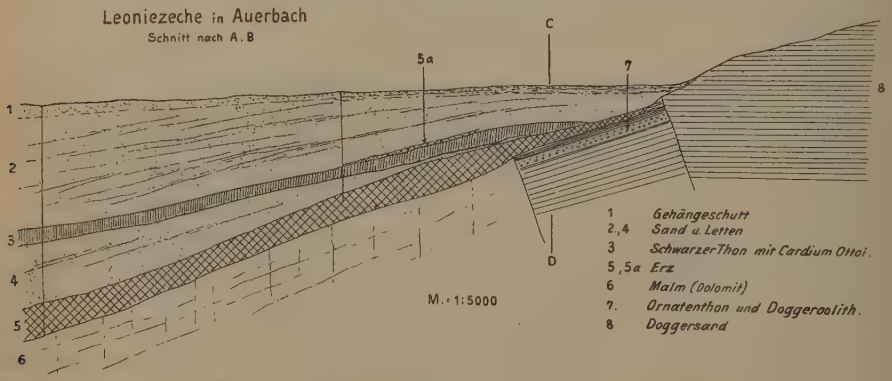
weilen hoch am Gehänge der Kalkberge, z. B. im Muierholz zwischen Betzenstein und Ottenhof, Sandablagerungen findet, die ein Conglomerat aus diesem Veldensteiner Sandstein zum Theil mit Dolomitbrocken und Letten darstellen, während der Sandstein selbst nur in den Niederungen noch ansteht.

Doch gehen wir zur Betrachtung des Erzlagers selbst über. An jener Stelle östlich vom Ort Auerbach, wo die nördlich streichende Verwerfung von der durch den Dornbacher Thaleinschnitt angezeigten nordwestlichen getroffen wird, findet sich unser Erzkörper. Er hat im Querschnitt die Gestalt einer Linse mit einem



Figur 8.

nach Norden ansteigenden Flügel, in einem Längsschnitt, soweit er bis jetzt bekannt ist, d. h. bis zu einer Teufe von 165 m die Form eines mit etwa 20° geneigten, nach unten sich erweiternden Keiles. Das Liegende des Erzes ist in der Hauptsache der Dolomit des Gottvaterberges, der nördliche flötzartige Flügel aber (siehe



Figur 9.

Figur 8 u. 9) wird von Ornatenthon mit grossen Oolithkörnern, Phosphoritkugeln und mit *Belemnites calloviensis* Opp., *Posidonomya ornati* Quenst. sp. und *Pecten* cf. *demissus* Phil. concordant unterteuft, d. h. nach Südwest einfallend, unter welchem der Eisenoolithkalk des Doggers folgt, während in der gleichen Höhe weiter nördlich der Eisensandstein des Dogger ansteht. Das zeigt, dass hier in die Dislocationsspalte, welche im Ganzen den Dolomit des weissen Jura in das gleiche Niveau mit dem unteren Dogger herabgezogen hat, eine schmale Scholle mit der halben Sprunghöhe der Gesammtverwerfung hereingebrochen ist.

Das Erz nun besteht hier überwiegend aus Spatheisenstein von weisser bis grauer Farbe, ausserdem aus Brauneisenerz. Der Spatheisenstein, dessen Erznatur anfänglich von Gümbel selbst verkannt wurde, sieht in dem den Dolomit überlagernden Theil des Erzstockes dem Dolomit überaus ähnlich nicht nur durch seine Farbe, sondern auch durch seine krystallinisch-körnige Struktur, soweit er als hartes Schussgestein ansteht; wo er mild ist, gleicht er hier der Dolomitasche. Wo er aber den Ornatenthon überlagert, hat er zumeist dichtes Ansehen, muschligen Bruch und enthält Hornsteinknollen des Jura, auf deren einem sich eine in Spatheisenstein umgewandelte Schale von *Lima* (*Ctenostreon*) *substriata* Münst. gefunden hat. Wo der Brauneisenstein an das Weisserz angrenzt, ist es drusig, hart und deutlich krystallinisch, weiter entfernt ist es zumeist ohne grössere Hohlräume, aber mehr mild und hell, offenbar reicher an Hydratwasser. Ueberlagert wird der Stock vorwiegend von dem dunklen Thon mit *Cardium Ottoi* (meine Fundstücke stammen aus der Halde eines unvollendeten Schachtes der Königin-Marienhütte am Schleichershof), theilweise von Sand, der im Hangenden und Liegenden den Thon begleitet. In der Ausrichtungsstrecke der 44 m Sohle traf man 50 m vom Schacht entfernt an der Grenze des Sandes und Letten und des schwarzen Thones, welcher das eigentliche Lager deckt, eine nach Süden und Südwesten einfallende, 1—3 m mächtige Lage von Brauneisenstein. Zu bemerken ist auch noch besonders, dass die Neigung der hangenden Schichten von der des Erzlagers gänzlich unabhängig ist, welches auch unregelmässig, im grossen Ganzen jedoch nach Westen einfällt.

Weiter nach Norden hin sind auf der Vilseck-Pegnitzer Spalte Eisenerze nicht erschlossen.

Die Freihung-Kirchenthumbacher Verwerfung.

Wir kommen zur dritten der südost-nordwestlich streichenden und letzten, unsere Eisenerze führenden Dislokationslinie, die sich von Eschenfeld über Freihung nach Kirchenthumbach und weiter nördlich verfolgen lässt. Wahrscheinlich setzt die Verwerfung auch noch von Ehenfeld südöstlich fort, worauf der einspringende Winkel des Waldgebirgsrandes südlich von Schnaittenbach hindeutet. Bei Ehenfeld stossen die nach Nordwesten einfallenden Schichten des Keupers und des Jura an dem ziemlich flach gelagerten Rothliegenden ab, und auch hier haben sich, an den Jurakalk gebunden, Brauneisenerze gefunden. Im weiteren Verlauf der Spalte aber bis an den Schwarzenberg, d. h. auf eine Längenerstreckung von 10 km, ist der Malmkalk von der eigentlichen Störungszone weit westlich abgerückt, so dass östlich von derselben Rothliegendes, westlich Eisensandstein des Dogger ansteht, von einander getrennt durch ein mehr oder minder breites Band von Keuper- und Liasschichten. Diese sind in der heftigsten Weise gestört und verworfen, wie das Profil eines Stollens lehrt, der zum Zweck der Gewinnung von Glassand nördlich von Tanzfleck getrieben ist. Derselbe verläuft von Osten nach Westen und erschliesst von seinem östlichen Mundloch aus folgende Schichten:

Rauher Sandstein	steil aufgerichtet,	SN. streichend	2,— m weit
Grauer Letten	„	„	ca. 0,50 „ „
Rauher Sandstein	mit 45—50° nach	SO. fallend	1,50 „ „
Rother und blauer Letten . . .	„ 50—60° „	N. „	mehrere „ „

Grauer, grobkörniger Sandstein mit kohligen Pflanzenresten (rhätischer Sandstein)	mit 70°	nach OSO. fallend	6,— m weit
Grauer Letten	unregelmässig gequetscht		2,— „ „
Dunkelgrauer Posidonomyenschiefer[1])	mit 80°	nach NO. fallend	16,— „ „
Blauer Thon	„ 40°	„ ONO. „	40,— „ „
Mittelkörniger, weisser Sandstein .	„ 40°	„ WSW. „	über 5,— „ „

Die Strecke wendet sich dann rechtwinkelig nach Norden und trifft, wenige Meter entfernt, den feinkörnigen, weissen Glassand mit 45° nach Nordost einfallend. Verlässt man dann wieder die Grube, so trifft man jenseits der Markscheide, die wir eben kennen gelernt haben, Tagebaue, in deren südlichstem der Glassand horizontal liegt, während in der nächsten, nördlich unmittelbar anschliessenden, derselbe mit 50° nach Südost einfällt, in der dritten mit 40—50° nach Südwest und in der vierten schliesslich mit etwa 40° nach Ost, nach oben zu übergehend in gröberen Sandstein, wie wir ihn am Westende des Stollens gefunden haben, daran stösst blauer Thon ab, vom Sandstein getrennt durch eine ein bis mehrere Dezimeter mächtige Lage von unreinem Brauneisenstein. Dieser feinkörnige und gröbere Quarzsand, welcher ziemlich stark kaolinhaltig ist, dürfte dem bunten Keuper zuzurechnen sein, und zwar ist er allem Anscheine nach identisch mit dem Freihunger bleierzführenden Sand und Sandstein, was sich allerdings ohne chemische Analyse bei solchen Lagerungsverhältnissen nicht erweisen lässt; denn ein geringer Bleigehalt zeigt sich beim Freihunger Erz äusserlich zunächst gar nicht an. Auch diese Freihunger Schichten, die heute allerdings nirgends mehr durch Bergbau erschlossen sind, verdienen unser Interesse.

Die Freihunger altberühmten Erze (bereits Georg Agricola kennt und erwähnt sie) ziehen sich genau in der Richtung unserer Verwerfungslinie, südlich zwischen Ehenfeld und Freihung beginnend, nordwestlich gegen den Schwarzenberg zu. Dabei treten sie nicht, wie auch Gümbel ausdrücklich hervorhebt, gangförmig auf, sondern sind in gewissen Schichten des Keupersandsteins verbreitet, die Thürach[2]) beschrieben hat. Die von Thürach gegebenen Profile bringt Gümbel auch in seiner „Geologie von Bayern“[3]) zum Abdruck. Aehnliche Sandsteine, die ebenfalls Bleierz führen, kommen auch weiter nordöstlich bei Pressath vor, nur dass hier die erzführenden Lagen etwa 2 m mächtig sind, gegenüber einer Mächtigkeit von etwa 20 m bei Freihung. Auch ist stratigraphisch die Identität beider Bildungen nicht sicher gestellt. Als drittes Vorkommen bleierzführenden Keupersandsteins ist schliesslich noch das an der Silbergrub bei Weissenberg zu nennen. Ueber dieses letztere schreibt Bergdirektor Rud. Härche in einem Gutachten für Schmidt und Ziegler: „Der sehr geklüftete, in Bänken abgelagerte weisslich-graue „Sandstein führt in seinen vertikal niedersetzenden, weiten und engeren Spalten-„öffnungen, etwas discordant der Streichungslinie des gewöhnlichen Verhaltens „desselben, in mehrere Millimeter bis einige Centimeter breiten Ausbildungen, „reinen blättrig-schuppigen Bleiglanz, welcher von den Bewohnern der Oertlichkeit „wegen seines blitzenden, glänzenden Ansehens als eine Art Silbererz angesehen

[1]) Ich habe aus diesem Schiefer *Belemnites tripartitus* Schloth., *Inoceramus dubius* Sow., *Pecten contrarius* v. Buch, Phalangen und Ausguss eines Wirbels von *Ichthyosaurus*, ferner aus Kalkspathlinsen im Schiefer *Pseudomonotis substriata* gesammelt.

[2]) Geogn. Jahreshefte. I. Jahrg. 1888. S. 151ff.

[3]) Geol. v. Bayern. S. 757.

„wurde.... Ob hier... ein baulohnender Betrieb umgehen kann, ... ist durch die „weitere Verfolgung der zwischen den Sandsteinbänken sich mit Bleiglanzausfüll-„ungen erstreckenden Kluftbildungen, welche sich oft von papierdünner Weite zu „grossen Spalten verändert zu finden pflegen, ... zu erweisen. Die nahe der Ober-„fläche des Bodens entnommene Bleierzprobe enthielt nach der Analyse des Herrn „Dr. Kellermann in Wunsiedel: 84,78 % Blei, 0,09 % Silber, 0,43 % Antimon, „0,23 % Eisen, 13,44 % Schwefel, 0,12 % Gangart." Nach den Handstücken ist aber der Haupterzgehalt hier wie sicher in Freihung in dem mehr oder weniger fein im Sandstein vertheilten Weissbleierz zu suchen.

Bei Pressath, wo das sehr unregelmässige Einfallen der Schichten darauf hindeutet, dass auch der mit unseren bereits betrachteten Spaltenbildungen völlig parallele Verlauf der Heidenaab vielleicht durch eine im gleichen Sinn erfolgte Störung vorgezeichnet ist, gibt Thürach ein Profil Berghäusel an mit „6. Manganbrauner, getigerter, grobkörniger, fester Sandstein, im unteren Theil mit vielen „Lettenschmitzen und vielen bis 1/2 m langen, in Bleiglanz umgewandelten Holz-„stammstücken 1,2—1,9 m; 7. brauner bis schwarzbrauner, sehr manganreicher, „löchriger Sandstein mit auskeilenden Zwischenlagen von grünem Lettenschiefer „0,3—0,5 m;" ferner im Profil Eichelberg: „11. Rothbrauner und manganfleckiger, „grobkörniger, weissbleierzhaltiger Sandstein 2 m; 12. weisser, grobkörniger Sand-„stein, in den vorigen übergehend, enthält viele grosse, rundliche Nester von „braungrauem und rothbraunem Letten, in dem Knollen von derbem Weissbleierz vorkommen, bis 0,6 m."

Das Profil von Freihung will ich vollständig anführen:

1.	Zu oberst liegen rothbraune und hellröthliche, lockere, bleifreie Sandsteine, gegen	20 m
2.	Darunter weisse, mittel- bis grobkörnige Sandsteine mit meist geringem Gehalt an Weissbleierz und einzelnen abbauwürdigen Lagen, mit schwachen, selten über ein Meter mächtigen Zwischenlagen von rothbraunem und grünblauem Lettenschiefer, zusammen gegen . .	10 „
3.	Hauptflötz. Weisser, lockerer Sandstein mit durchschnittlich 5 bis 10 % Weissbleierz und Bleiglanz	1—3 „
4.	Rothbraune, violette und grünblaue, sandige Lettenschiefer mit fussdicken Knollen und Bänken von sandigem Weissbleierz	0,5—2 „
5.	Weisser, erzhaltiger Sandstein	2 „
6.	Rothbraune Lettenschiefer und dünne erzhaltige Sandsteinbänke, bis	1,5 „
7.	Weisser, erzhaltiger und abbauwürdiger Sandstein	3 „
8.	Rothbraune und grünblaue Lettenschiefer	0,5 „
9.	Weisser und hellrothbrauner, rothbraun- und violettgestreifter und geflammter, grobkörniger Sandstein, in den oberen Lagen noch mit einigen weissbleierzhaltigen, festeren Sandsteinknollen, mit schwachen Zwischenlagen rothbrauner, sandiger Letten, noch aufgeschlossen, über	30 „

Es ist dazu zu bemerken, dass einmal in dieser Gegend alle bleierzführenden Sandsteine sehr reich an Kaolin sind, sowohl bei Vilseck als bei Freihung; dann zeigt der erzhaltige Sandstein grossentheils eine sehr merkwürdige Ausfurchung und Aushöhlung, so dass er wie angefressen aussieht. Das Erz ist entweder in makroskopisch nicht unterscheidbarer Weise als Bleikarbonat, oder in wohlausgebildeten Cerussitkrystallen, die zu nuss- bis apfelgrossen Knollen vereinigt sind, vorhanden.

oder das Erz bildet an den Aushöhlungen und um die Konkretionen herum einen dunkelbraunen, manganhaltigen Bleimulm; ausserdem kommt Bleiglanz seltener in konkretionärer Form, häufig als Vererzungsmittel von Holzstämmen vor; schliesslich tritt auch noch schön krystallisirter Pyromorphit auf Klüften des Sandsteins auf. Ferner führe ich noch an, dass nach den Angaben von Thürach der bei Pressath erzführende Sandstein in der Gegend von Creussen erzfrei und kohlige Pflanzenreste bergend vorkommt. Diese so beschaffenen Schichten sieht Thürach als rein durch Meeressedimentation an, wie aus seiner Zusammenfassung hervorgeht: „Im Ganzen betrachtet, zeigen die Freihunger Schichten einen ausser-„ordentlichen Wechsel in der Beschaffenheit der sie zusammensetzenden Gesteine. „Zunächst der alten Küste findet sich der geschichtete, stark zersetzte Schutt des „umgebenden Gesteins, in geringer Entfernung davon, aber wahrscheinlich nur in „einem eng begrenzten Gebiete, grobkörnige Sandsteine mit einem starken Gehalt „an Weissbleierz und etwas Mangankarbonat, weiter hinaus Ablagerungen von „dolomitischem und manganhaltigem Sandstein, dann dolomitische und sandige „Steinmergel, während die bisher begleitenden sandigen Lettenschiefer in Mergel „übergehen, u. s. f."

Nach seiner Angabe, dass um die Pflanzenreste herum der Sandstein gewöhnlich an Bleierzen arm ist, ist anzunehmen, dass er hier Concentrationsvorgänge annimmt.

Dieser Auffassung gegenüber nehmen Pošepny,[1]) wie Beck,[2]) der sich seiner Darstellung anschliesst, eine epigenetische Entstehung der Erzablagerung an. Ersterer stellt sich die Entstehung so vor, dass an Spalten aufsteigende Quellen die Mineral-lösungen hereingebracht hätten, und dass die Fällung durch die reducirende Wirkung einer im Sandstein ehemals vertheilten organischen Materie erfolgt sei.

Doch verfolgen wir den Verlauf unserer Freihunger Dislokationslinie weiterhin nach Nordwesten. Bei Schwarzhäusl und Erzhäusl fällt nun auch der Dogger steil an der Verwerfung ein, so dass noch die Malmkalkschichten in den unmittelbaren Bereich der Störungszone kommen, und ebenda beginnt auch wieder die Eisenerzbildung. Nachtragend möchte ich hier bemerken, dass auch im Gebiet der Freihunger Bleierze, bei Rothaar Versuche auf Eisenerze stattfanden, die, wie wir bereits bei Tanzfleck gesehen haben, in wenig mächtigen Streifen zumeist an die liasischen Schichten gebunden auftreten. Doch in den Langenbrucker Gruben, am Schwarzenberg, ging lange Zeit ein reger Bergbau um, da hier das Erz wieder stockförmig auftritt. Nach den Angaben, die ich über den dortigen Bergbau gewann, war auch hier überwiegend Jurakalk die Unterlage, wie z. B. in der Philippszeche; doch bei stark gestörten Lagerungsverhältnissen, die an die Amberger erinnerten, ging die Erzbildung bis an den Doggersand herab. Getrennt vom Liegenden war das Erz auch hier zumeist durch eine Lettenlage, das Hangende war ein gelblicher bis grünlicher Thon, in welchem sich zuweilen Kalksteintrümmer fanden. Wo das Eisenerz auf dem Doggersandstein ruhte, wurde auch dieser mit der Eisenlösung durchtränkt, wie wir es auch am Erzberg in Amberg sahen. Doch diese Gruben sind nicht mehr in Betrieb, nur westlich vorgelagerte Farberdenester werden noch ausgebeutet.

Auch weiterhin über Kirchenthumbach hinaus schliessen sich Eisenerz-vorkommnisse an, die stets an den Kalkstein gebunden sind. Und es hört die

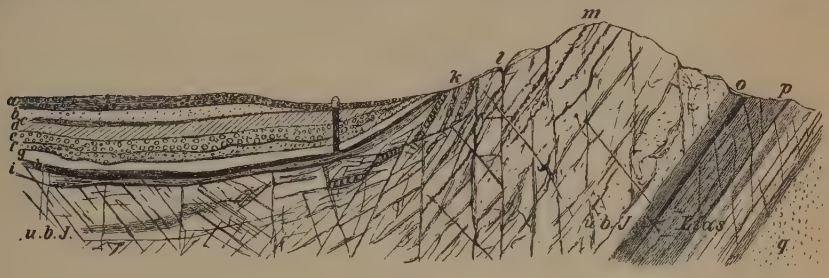
[1]) Genesis der Erzlagerstätten. Jahrb. d. k. k. Bergakademien. Wien 1895.

[2]) Lehre von den Erzlagerstätten. Berlin 1901. S. 534.

Eisenerzbildung auf mit der Abrückung des Kalksteines von der Spalte. An dieser Stelle aber, bei Sassenreuth, tritt sie noch zuletzt in ganz typischer Weise auf und wurde ehemals durch Bergbau aufgeschlossen, der durch missliche Wasserverhältnisse jedoch zum Stillstand kam.

Gümbel teilt in seinem Ostb. Grenzg. S. 782 eine Skizze mit, die ich auch hier abbilde. Ich muss mich auch hier an die Darstellung und Beobachtungen Gümbel's halten, die ich nur, soweit es die oberflächliche Lagerung anlangt, nachprüfen konnte.

Es wurde hier von Osten her durch den Bergrücken des Kutschenrains, der wiederum den Verlauf der Spalte anzeigt, ein Stollen gegen das Erzlager zu getrieben, der zuerst Keuperschichten und Lias durchfuhr, die mit 46° regelmässig einfielen. Dann wurde nach Gümbel Opalinusthon auf 100 m durchfahren,



Figur 10.
Eisenerz-Ablagerung bei Sassenreuth.

a. Sand und Schutt (Oberflächenbedeckung)	23 F. mächt.	h. Liegendes Lettengebirge	35 F. mächt.
b. Röthlicher lockerer Sand	16 „ „	i. Grauer Jurakalk.	
c. Rother Letten	3 „ „	k. Doggeroolith.	
d. u. e. Wechselnde Lagen von grobem u. feinem Sand (schwimmendes Gebirge)	60 „ „	l. u. m. Eisensandstein.	
		o. Opalinusthon.	
f. Sandeisensteinflötz dazwischen . . .	½ „ „	p. Lias.	
g. Lettiges Brauneisenerzflötz	4 „ „	q. Keuperschichten.	

was sich durch flaches Einfallen und Zusammenstauchungen desselben erklärt. Dahinter kam Eisensandstein und Doggeroolith und an diesen schloss sich das Erz an, während über Tag der weisse Jurakalk ausbeisst. Der westliche Flügel der Spalte ist nicht tief abgesunken, sondern legt sich, flach nach Westen ansteigend, an die nach Südwesten einfallende Partie des östlichen Verwerfungsflügels in mässiger Teufe an. In der so gebildeten Mulde, die von vielen kleinen Sprüngen durchzogen ist, findet sich die Erzbildung, die sowohl in den östlichen, wie den westlichen Kalkschollen ihren Sitz hat. Das Erz ist zumeist mild und sehr reichhaltig, dabei sehr wasserreich, wie auch das Hangende zum grossen Theil aus Schwimmsand besteht, zum Theil aber aus verkittetem Sandstein und Lettenschichten. Auch hier findet nur noch die Ausbeutung von Farberdenestern, die in der Nähe aufsetzen, statt.

Die Farberdenester des Juraplateaus.

Wir haben Eingangs dieser Arbeit die von Gümbel unter der Bezeichnung „Amberger Eisenerzformation" zusammengefassten Bildungen in zwei Gruppen geschieden, die an den Spalten aufsetzenden Erzstöcke, die mit meist steilem Einfallen und erheblicher Mächtigkeit in die Tiefe hinabsetzen, und die wir im Vorausgehenden betrachtet haben, und dann die Putzen und Nester, welche sich über

das Juraplateau verbreitet finden. Aber auch mit diesen ist manches vereinigt worden, was genetisch damit in keinen Zusammenhang zu bringen ist. Und dies wollen wir zuvörderst ausscheiden. Dass der bei Troschenreuth gewonnene, als Einlagerung im Eisensandstein des Dogger auftretende Röthel mit unseren Eisenerzen in keiner Beziehung steht, bemerkt bereits Gümbel[1]) ausdrücklich. Dieser Thon hat seinen Gehalt an Eisenoxyd vielmehr gleichzeitig mit der Durchtränkung des Eisensandsteins erhalten. Eine weitere Diskussion dieser Frage würde uns auf Verhältnisse führen, deren Klärung ebenso interessant als schwierig und weitausholende Vorarbeiten heischend wäre.

Des weiteren hat aus unserer Betrachtung die von Gümbel[2]) als „Umbra" kurz erwähnte Gunzendorfer Farberde auszuscheiden, welche nach von den Besitzern Herren Schmidt und Ziegler zur Verfügung gestellten, durch das bayerische Gewerbemuseum in Nürnberg gefertigten Analysen bis 10,43 % Schwefelsäure enthält, und welche sich heute unter den Augen des Beobachters bildet. Es ist hier ein Thal im Eisensandstein eingeschnitten, in welches von den westlichen Anhöhen Wässer herunterrieseln, die sich über dem oben anstehenden, an Schwefeleisen reichen Ornatenthon sammeln konnten, da die Plateauhöhe aus Malmkalk besteht. Das Wasser löst den zu sauerem Sulfat oxydirten, weil der Oberfläche nahen Schwefelkies; bei seinem Weg abwärts durch den Eisenoolithkalk und Eisensandstein wird die freie Säure ($FeS_2 + O_7 + OH_2 = FeSO_4 + H_2SO_4$) noch mit Eisen und Kalk abgestumpft, und im Thal, dessen Boden von einem Torfmoor bedeckt ist, wird das Eisen durch Umsetzung mit den von den Höhen heruntergekommenen Kalksteinbrocken, neuerdings künstlich durch Zusatz von Aetzkalk, zum Theil wohl durch die breite Verdunstungsfläche und durch Reduktion vermittelst der organischen Substanzen des Moores ausgefällt.

Auch dieses nimmt anscheinend Gümbel von unseren Brauneisensteinvorkommnissen aus, obzwar das mulmige, braune Material sehr an unsere Farberden erinnert. Doch vereinigt er[3]) mit unseren Erzen, den auf den Spalten auftretenden, wie den übrigen, jene bohnerzartige Ablagerung, die wir als unterstes Glied unseres Cenoman kennen gelernt haben, und die er seinen Schutzfelsschichten gleichstellt, und deduciert daraus hauptsächlich das tiefcenomane Alter der Amberger Erze. Doch vergegenwärtigen wir uns, dass diese Ablagerung ein Conglomerat von überwiegenden Quarz-, Feldspath-, Kalk- und Dolomitgeröllen mit Roth- und Brauneisenknöllchen ist mit cenomanen Meeresconchylien, untermengt mit glaukonitischem Thon und verkittet durch Kalkspath, der auch die ursprünglich locker-porösen, thonigen Brauneisenknöllchen durchdrungen hat, dass diese Schicht wohl nirgends 1 m Mächtigkeit erreicht oder doch übersteigt, dass sie ferner die höheren sandigen Schichten konkordant unterlagert, zum Theil, wie bei Kalsing und Zimmering unfern Roding,[4]) welches Gümbel ebenfalls hierher rechnet, ausschliesslich aus Rotheisenknöllchen mit Quarz- und Glaukonitsand bestehen. Auf der anderen Seite sind die bis jetzt betrachteten eigentlichen Eisenerze, die der Formation den Namen gegeben haben, bis über 80 m mächtige, unregelmässig geformte, einheitliche Stöcke von Braun- und Spatheisenstein, wasserfreien Rotheisensteins fast gänzlich entbehrend, an manchen Orten, wie Etzmannsberg, und in der Leonie-

[1]) Frankenjura. S. 436.
[2]) Ebenda. S. 437.
[3]) Amberger Eisenerzform. S. 311. Ostb. Grenzg. S. 728.
[4]) Frankenjura. S. 144. Ostb. Grenzg. S. 729.

zeche bei Auerbach beinahe frei von Zwischenmitteln, diskordant gelagert zu den hangenden Kreideschichten. Es braucht also nicht erst bewiesen zu werden, dass diese Bildungen eine ganz andere Natur, Entstehung und ein anderes Alter, ein höheres oder geringeres, haben müssen, was weiter unten zu diskutiren ist.

Die Bohnerze, welche im südwestlichen Theile des Frankenjura auftreten und zum Theil (mit *Helix sylvana*) sicher miocänen Alters sind, trennt Gümbel[1]) bereits von unsern Erzen, wie er auch die im mittleren, kalkigen Lias von Paulsdorf[2]) (siehe weiter unten) ausscheidet.

Etwas anderes ist es mit den in Taschen und Nestern des den Spalten vorgelagerten Juraplateaus auftretenden Farberden und Brauneisensteinen, die jedenfalls zunächst mit den an den Spalten selbst auftretenden sehr grosse Aehnlichkeiten aufweisen. Die Zahl dieser Vorkommnisse ist eine sehr grosse, so besitzt allein die Erdfarbenfabrik von Schmidt und Ziegler 37 Grubenfelder darauf, die Vertheilung ist eine höchst unregelmässige, und die Mächtigkeit zumeist wenige Meter nicht übersteigend; dabei sind die Nester auch in ihrer Flächenausdehnung sehr beschränkt. Zum grossen Theil, wie in der Umgebung von Königsstein, Vögelas, Gaissach, liegen die Erze direkt unter dem Humus oder von ihm durch eine ganz schmale Lage von Sand oder thonigsandigem Material getrennt. Die Unterlage bildet dann, soweit die Vorkommnisse mir genauer bekannt sind, der zu Taschen und Mulden ausgefressene Dolomit, in anderen Fällen vielleicht auch Kalkstein; eine andere Unterlage ist aber nirgends bekannt. Das Erz ist ein überwiegend mulmiger, heller und dunkler Brauneisenstein, zuweilen mit Konkretionen von dichtem, glaskopfähnlichem Brauneisenerz, der sich hin und wieder zu unregelmässigen Lagen ausdehnt. In vielen Fällen reichert sich der stets manganhaltige Brauneisenstein so sehr an Manganoxyden (Wad) an, wie in der Konradszeche bei Hannersreuth, wo der Gehalt an Manganoxyd nach Analysen von Schmidt und Ziegler 45,13 % beträgt, dass die Erze als Manganerze bezeichnet werden können. Vom liegenden Dolomit sind die Erze oft durch eine Kruste von hartem Brauneisenstein oder eine sandige Eisenschwarte von einigen Centimetern Stärke getrennt.

In anderen Fällen ist eine starke sandige Ueberdeckung vorhanden, auf „Eintracht“ bei Neukirchen 17 m mächtig, auf Zeche „Anna“ bei Etzelwang an 30 m. Hieher gehört auch wohl das Vorkommen im Eisenbahneinschnitt am Bahnhof Neukirchen, das Gümbel[3]) abgebildet und beschrieben hat. Heute ist das Profil nicht mehr offen. Es folgt nach seinen Angaben von oben nach unten:

1.	Schutt und Vegetationserde	0,25 m
2.	Gelblicher, lockerer Sand mit Glaukonitkörnchen in wellig gebogenen Lagen	0,50 „
3.	Gelber und weisser Sand mit rothen Thonbutzen	0,50 „
4.	Brauneisenerz, meist mulmig und manganfleckig mit Gelberde und Wadbutzen	0,3 „
5.	Lagen von Hornsteinknollen mit gelbem Thon und Sand	0,25 „
6.	Brauneisenerzschale	0,10 „
7.	Gelber, lettiger Sand	0,25 „
8.	Dolomit im Untergrund.	

[1]) Amberger Eisenerzf. S. 318.
[2]) Ebenda. S. 318, Frankenjura. S. 402.
[3]) Frankenjura. S. 428.

Man gewinnt aus diesem Bild, wie auch sonst an Aufschlüssen in der Gegend die Anschauung, dass die S-förmige wellige Lage dieser Sandschichten, welche das mulmige Brauneisenerz überlagern, keine ursprüngliche ist, sondern sich nachträglich den sackförmigen Vertiefungen des Untergrundes anbequemt haben.

Sehr bemerkenswerth scheinen die seit langen Jahren nicht mehr aufgeschlossenen und wahrscheinlich erschöpften Farberdelager vom Haidweiher, die den ehemals berühmten „Goldocker" lieferten, nach den Angaben zu sein, welche Gümbel[1]) darüber macht. Hier kam nämlich die Farberde, nicht unmittelbar oder durch eine wenige fingerdicke Lettenlage davon getrennt, über dem jurassischen Untergrund zu liegen, sondern es folgte auf den Jurakalk das bereits mehrmals erwähnte bohnerzartige Conglomerat mit zerbrochenen Muschelschalen, darunter *Ostrea diluviana* L., Cidaridenstacheln, Fischzähnen u. s. f.; und erst drei Lachter darüber (aus welchem Material diese Zwischenschicht bestand, gibt Gümbel nicht an) lag die Farberde, die sich auch ganz wesentlich von den übrigen Farberden der Gegend unterschied, wie die Analyse lehrte. Es ergab sich nämlich die Zusammensetzung eines Eisenoxydsilikates entsprechend der Formel $Fe_2O_5Si + 8H_2O$, also bis auf den Wassergehalt analog dem Allophan, dem nach Groth, Tabellarische Uebersicht, die Formel $Al_2O_5Si + 5H_2O$ circa zukommt. (Nach einer von Kobell, Grundzüge 1838, S. 222, mitgetheilten Analyse besitzt allerdings auch letzterer einen weit höheren Wassergehalt.)

Ueber dieser Farberde folgte dann gleich der Tripel, was Gümbel auffiel, da weiter östlich an der Spalte bei Engelsdorf, zwar discordant, der ältere Grünsandstein über dem Erz folgte. Er sagt desshalb dazu: „Um dies zu erklären, lässt sich „annehmen, dass die Eisenerzbildung nur an höher gelegenen Uferrändern statt„fand, während sich die Sandsteine in der Mulde absetzten, und dass erst später „in Folge dieser Muldenausfüllung es der zweiten Schichtenreihe möglich wurde, „das Niveau des älteren Erzabsatzes zu erreichen. Es würde dadurch eines der „Hauptbedenken gegen die Procännatur des Erzzuges gehoben sein." Ganz nahe bei diesem Goldockervorkommen trat, wie noch nebenbei bemerkt werden soll, bei Germersdorf die Amberger Farberde in ihrer gewöhnlichen Ausbildungsweise auf.

Deutung der Lagerstätten.

Die im Vorausgehenden geschilderten Lagerungsverhältnisse machen die bisher angenommene Ansicht über die Art und Weise, wie über die Zeit ihrer Entstehung aus mehrfachen Gründen unwahrscheinlich. Einmal spricht schon die Struktur dieser Erzgebilde mit den grossen Drusenräumen, mit den nach allen möglichen Richtungen ausgezackten, fetzenförmigen Erzputzen, soweit es sich um die an Spalten auftretenden Erzkörper handelt, gegen die Auffassung, dass es sich hier um oberflächlich sedimentirte Absätze an einem Meeresufer handelt. Doch noch weit schwerwiegender ist der Umstand, dass es zum Theil Lager des reinsten Spatheisensteins sind, wie in Auerbach in der Leoniezeche und im Felde „Minister Falk", sowie dass das Vorkommen von Eisenspath im Amberger Erzberg nicht „spärlich nur in einzelnen Knollen", sondern in einem jedenfalls über 25 m tiefen (die volle Mächtigkeit kennt man ja noch nicht) und entsprechend breiten Stocke sich zeigt. In diesem Falle kann es sich unmöglich um einen oberflächlichen Absatz handeln, vielmehr muss die Bildung unter luftdichtem Abschluss und unter

[1]) Ostbayer. Grenzg. S. 466, 728, 780.

Bedeckung vor sich gegangen sein, wie man längst weiss und wie auch neuerdings wieder in der Literatur[1]) festgestellt wurde. Auch handelt es sich nicht um die Bildung von Thoneisenstein, der wenigstens nahezu oberflächlich entstehen kann. Auch kann man hier nicht eine nachträgliche Reduktion annehmen, womit VAN BEMMELEN[2]) die Entstehung amorphen Eisenoxydulcarbonates in Mooren erklärt; denn die hiezu nöthigen organischen Substanzen fehlen gänzlich.

Auch die Lagerung des Erzes im Ganzen ist nicht mit der Annahme vereinbar, dass es sich um eine cenomane Bildung handelt, um ein Stranderzeugnis an dem neu vordringenden Meere. Denn die cretacischen Sedimente legen sich durchweg an die an den Spalten aufsetzenden Erzstöcke discordant an. Auch die im Vorausgehenden angeführte Hypothese, wonach die Discordanz so erklärt wird, dass die Erze sich an verschieden hohen und verschieden geneigten Stellen des Meeresbodens ablagerten, während sich die übrigen Sedimente dann allmählich und horizontal auffüllten, so dass die einen Bildungen schon von Grünsand bedeckt werden, während auf die anderen erst turone Ablagerungen folgen, dürfte nicht zu halten sein. Denn diese an der angezogenen Stelle von turonem Tripel überlagerte Farberde überlagert ja ihrerseits bereits marine Sedimente des Cenoman, nämlich jenes Bohnerzkonglomerat, das wir als nicht gleichwerthig bereits ausgeschieden haben. Ausserdem hätte sich wohl unter Meeresbedeckung der Grünsand sowohl in den tieferen wie den höheren Stellen des Meeresbodens, vielleicht höchstens in verschiedener Mächtigkeit, abgesetzt. Fasst man aber jene Erklärung so auf, dass das ingredirende Meer erst im Turon jene tiefcenomane Bildungen erreichte, so gilt der Einwurf der Ueberlagerung des Conglomerates weiter, es kommt aber noch dazu, dass eine ockerige Quellaufschüttung bei der corrodirenden Wirkung einer positiven Strandverschiebung keinen Bestand gehabt hätte.

Wenn wir uns also um eine andere Erklärung umsehen, so fällt uns auf, dass die Erze durchgängig, wenn man den Goldocker von Haidweiher, der ja auch eine besondere chemische Beschaffenheit zeigt, ausnimmt, an Kalkstein gebunden sind. Nicht etwa als ob sie einen bestimmten Horizont im weissen Jura ausmachten, geht vielmehr die Erzbildung von den höchsten Niveaus des Frankendolomits, wie er in unserer Gegend zur Ausbildung gelangt, durch die tiefsten Stufen des Malm und den Doggeroolith bis auf den Doggersand, welcher durch die gleiche Wirkung zu rauhem Eisenstein, der jedoch nicht als Erz im engern Sinn gelten kann, an verschiedenen Orten verschieden tief reichend, herab. Dabei wäre es merkwürdig, in Anbetracht der stark gestörten Lagerung, wenn nicht auch einmal die Kalkmergellagen des mittleren Lias in engen Zusammenhang mit der Eisenbildung träten. In der That gibt GÜMBEL[3]) von Paulsdorf, wo wir bereits die Erzbildung am Malmkalkstein kennen gelernt haben, das Auftreten des Brauneisensteins innerhalb der Liasglieder an. Hier ist eben die schützende Decke der höheren Thone und Schiefer an einer Stelle zerrissen. So drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass die Erze durch eine Verdrängung des Kalksteins durch das

[1]) ROTH, Allg. u. Chem. Geol. I. Bd. 1879. S. 545.
BRAUNS, Chem. Mineral. 1896. S. 354.
BISCHOF I. Aufl. I. Bd. S. 370.

[2]) Ueber das Vorkommen u. s. w. von Eisenanhäufungen etc. Ztsch. anorg. Chem. 22. 1900. S. 377.

[3]) Frankenjura S. 402. Amberger Eisenerzf. S. 318.

Erz, d. h. durch metasomatische Prozesse entstanden sind, wie sie zuerst Delanoüe[1]) für solche Lagerstätten in Anspruch genommen hat. Die gleiche Entstehung wurde bereits für viele Eisenerzlager nachgewiesen, z. B. für die im Zechsteindolomit an der Stahlberger und Klinger Störung,[2]) für die Eisenerzlager von Bilbao,[3]) von denen Wedding Profile mittheilt, die mit unseren Verhältnissen eine auffallende Aehnlichkeit aufweisen, für die Rotheisenerze von Cumberland,[4]) von denen bei de Launay auch sehr instruktive Skizzen gegeben sind.

Grubendirektor Härche schwebt in seinem citirten Gutachten ein ähnlicher Vorgang vor Augen und er sucht ihn zu erklären durch die Verwitterung von Eisenkies zu Eisensulfat, das sich mit Dolomit umsetze, und erwähnt hiezu ein interessantes Experiment, das diesen Vorgang illustriren soll. Doch ist dies für unsere Erze auch nicht annehmbar, da zu diesen Mengen von Eisenerz unermessliche Mengen von Eisenkies gehörten, die wir in unserem Kalk nicht haben, und ferner ist unser Erz von Schwefelsäure gänzlich und von Schwefel so gut wie gänzlich frei. Nach Dr. Schober,[5]) der von unseren Erzen über 30 Analysen angefertigt hat, wie nach meinen Analysen, ist das Erz gänzlich schwefelfrei. Härche hat offenbar die Analysen der Gunzendorfer Farberde für die unserer Erze genommen.

Wenn wir aber bedenken, dass ganze Lager von Spatheisenstein unseren Erzen angehören, dass zum Theil heute noch Säuerlinge, bei Betzenstein, dem Boden entsteigen, so werden wir nicht umhin können, diesen die Wirkung zuzuschreiben, zumal dies die einfachste Erklärung ist. Was noch besonders für unsere Auffassung als metasomatische Bildung spricht, ist, dass wir in Amberg gesehen haben, dass der Spatheisenstein in den Dolomit übergeht. Ganz besonders erscheint der Befund in Auerbach von Wichtigkeit, wo das aus der langsamen Verdrängung des Dolomits hervorgegangene Weisserz auch noch die Struktur desselben, das aus dem unteren Malmkalk entstandene, wo das Weisserz den Ornatenthon überlagert, eine kalksteinartig dichte Beschaffenheit besitzt, und noch dazu von letzterer Stelle ein in Eisenspath umgewandeltes Fossil des unteren Jura sich fand. Zuletzt will ich noch die hohlen Geoden der Amberger „Conglomeratstrecke" erwähnen, in deren Innerem wir ein Entkalkungsresiduum gesehen haben. In dem grösseren Theil des Eisenspathlagers in Auerbach, wie in Amberg konnte man keine Fossilien finden; denn man findet auch in dem Dolomit, aus dem das Erz hervorgegangen ist, keine.

An der Grenze des Weisserzes nach aussen tritt, wie wir gesehen haben, entweder die Bedeckung durch Thon auf, oder der Eisenspath geht in Brauneisenstein über. Dass der Brauneisenstein durch Oxydation des Eisenspaths entstanden ist, wird durch die grossdrusige und luckige Beschaffenheit desselben bewiesen. Denn bei der Umwandlung von Eisenspath in Brauneisenstein geht eine Volumenverminderung trotz der Aufnahme von Sauerstoff vor sich, die nach Schmeisser[6]) circa $^1/_5$ des ursprünglichen Volumens beträgt. Dies trifft auch für

[1]) Geogenie der unregelmässigen Lagermassen etc. Ann. d. mines 1850. XVIII. S. 455. cit. bei Cotta, Erzlagerstättenlehre S. 199.

[2]) Mentzel, Lagerstätten d. Stahlb. u. Kling. Störung. Z. f. prakt. Geol. 1898. S. 273.

[3]) Wedding, Eisenerze in Spanien. Verh. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfl. Berlin 1896. S. 293.

[4]) Fuchs et de Launay, Traité d. Gîtes Min. et mét. T. I. Paris 1893. S. 756 ff.

[5]) a. a. O.

[6]) Unterdevon des Siegener Landes. Jahrb. d. k. preuss. Landesanst. 1882. S. 114.

die Umwandlung in Limonit zu, bei der Umwandlung in den hydratwasserärmeren und spezifisch schwereren Goethit, der bei uns in Frage kommt, beträgt die Volumenverminderung sogar bis um $^7/_{20}$ des Volumens von Eisenspath. Daher kommt auch die höchst unregelmässige Form der einzelnen Erznester im Amberger Bergbau, wo einzelne Kalkschollen der Substitution unterworfen, dann oxydirt wurden und unterdessen den allseitigen Druck der umgebenden leicht beweglichen Thon- und Sandmassen zu erleiden hatten. Durch die so geschaffene brecciöse Masse drangen weiter eisenbicarbonathaltige Wässer, die unter dem Einflusse des nun nicht mehr ausgeschlossenen Luftsauerstoffs keinen Eisenspath, sondern ockeriges Eisenerz absetzten, zum Theil die Drusenräume des Goethits in seine Ausbildung nachahmenden strahlig-fasrigen Schalen erfüllten, zum Theil durch dieses interstitielle Wachsthum dabei die Trümmer des Goethits auseinander rückten.[1]) Bei der Oxydation des Spatheisensteins zu Goethit gingen die noch sehr wenig geklärten, aber häufig beobachteten[2]) Spaltungs- und Konzentrationserscheinungen vor sich, die zu der Umhüllung des Goethits durch Pyrolusit und Psilomelan (Wad) führten. Es lässt sich dies wohl so denken, dass das kohlensaure Manganooxyd durch die Kohlensäure, welche bei dem Ausfall des sich schneller oxydirenden Eisens frei wird, während der ganzen Dauer der Brauneisenpräcipitation in Lösung gehalten wird.

Auch Gümbel nahm in seinen letzten Publikationen an, dass Eisensäuerlinge die Urheber der Erzbildung waren, und auch er wusste, dass gerade die grössten, reichhaltigsten und am weitesten in die Teufe setzenden Erzlager an den Spalten aufsassen. Andererseits musste er die Entstehung der Spalten für tertiär halten,[3]) und so erklärte er, dass die Quellen auf „vorgebildeten" Spalten emporgestiegen seien, um seiner Anschauung, dass die Erze cenomanen Alters sind, nicht zu widersprechen. Auch wir können uns nur der Auffassung anschliessen, dass die Spaltenbildung dem Tertiär angehört: denn wir haben allenthalben gesehen, dass die Kreideschichten am Rande der Spalte gestört und grossentheils geschleppt sind. Es ist, wie wir beobachteten, allenthalben der westliche Flügel gegen den östlichen abgesunken, so dass sich schematisch die Gestalt mehrerer Flexuren ergibt. Unter dem Schutz des steilgestellten, zunächst aus festem Kalkstein gebildeten Abbruchwalles konnten sich längs seines Südwesthanges die weichen Kreideschichten erhalten, während sie auf der höheren Ostseite der Zerstörung anheimfielen. Dass die Spaltenbildung in der jüngeren Tertiärzeit beendet war, wird dadurch bewiesen, dass sich die höchst wahrscheinlich miocänen Braunkohlen von Schwarzenfeld gerade über der Verwerfung in völlig ungestörter Lagerung befinden und zwar über geneigt gelagertem Grünsandstein. Präcenomane Störungen, wie sie Dr. Pompeckj[4]) neuerdings in der Gegend von Regensburg nachwies, konnte ich in der Region der Amberger Erze nirgends konstatiren.

Wenn wir daher annehmen, dass die erzerzeugenden Mineralquellen auf diesen zur Tertiärzeit gebildeten Spalten emporgestiegen sind, so ist dies nicht nur verständlicher, als wenn wir zu jenen parallele Spalten annehmen wollten, die zu Beginn des Cenomans vorgebildet wurden, sondern dies allein macht es

[1]) Vgl. Reyer, Theor. Geol. 1888. S. 426.

[2]) Vgl. Roth, Allg. u. Chem. Geol. I. Bd. S. 83. Bischof, Chem. u. Phys. Geol. 1. A. 2. Bd. S. 806, 824, 826, 1370.

[3]) Frankenjura S. 642.

[4]) a. a. O. S. 209.

verständlich, dass sich Eisenspath bilden konnte, weil dann eben die luftabschliessenden Thonschichten der Kreide bereits den Kalkstein bedeckten, und dass unter der sandigen Bedeckung ockerige Erze sich an den Spalten vorfinden können, die ja anders, wie gesagt, verschwemmt sein würden. Dazu passt auch sehr wohl die Thatsache, dass in der Leoniezeche bei Auerbach ein 1—3 m mächtiges Lager von Brauneisenstein über dem Turonfossilien führenden Thon und unter dem darüber folgenden Sand und gelben Letten angetroffen wurde. Dieses Erz wurde bei der Bildung des eigentlichen Erzstockes infiltrirt und auch hier wahrscheinlich durch kalkige Bestandtheile zum Niederschlag gebracht.

Es fragt sich nunmehr, wo wir den Ursprung des Eisengehaltes unserer Quellen zu suchen haben. Den Eisengehalt des Doggersandsteins oder mancher Keuperschichten dafür verantwortlich machen zu wollen, ist nicht angängig; denn dies würde uns ebensowenig den Kohlensäuregehalt der Quellen, den wir nothwendig annehmen müssen, erklären, als die Lösung des ungemein schwer löslichen Eisenoxyds verständlich wäre. Und doch gibt die Annahme eines cenomanen Alters der Quellen keine anderen Anhaltspunkte. Fassen wir jedoch die Erzbildung als Folgeerscheinung der tertiären Spaltenbildung auf, so liegt nichts näher, als einen Zusammenhang dieser Eisensäuerlinge mit den Basaltvulkanen herzustellen, die in grosser Nähe, nirgends über 20 km, zum Theil nur wenige Kilometer entfernt, den Spaltenzug begleiten. Es sind dies der Hohe Parkstein zwischen Weiden und Pressath, die sieben Kulme bei Neustadt am Kulm und das Basaltvorkommen bei Oberleinleiter, weiter abseits liegen die Basalte von Waldeck, Kulmain, Kulmbach u. s. w. Diese Basalte sind sicher tertiär. Denn an vielen Orten liegen in ihren Kratern oder auf ihren Tuffen Braunkohlenablagerungen erwiesen jung-tertiären Alters, wie auf der Sattlerin bei Fuchsmühl, auf der Zottenwies u. s. w. (siehe Gümbel, Ostb. Grenzgeb.), wodurch feststeht, dass sie nicht jünger als tertiären Alters sein können; am Hohen Parkstein dagegen, der ohne Zweifel der gleichen Bildung angehört, ist die Braunkohle,[1]) aus der Gümbel Abdrücke tertiärer Pflanzen angibt, die ich allerdings nicht kenne, von den Tuffen des Basaltes in einer 5 m mächtigen Schicht bedeckt; somit kann der Vulkan auch nicht älter als tertiär sein.[2])

Ein Zusammenhang der Eisensäuerlinge mit den Basaltvulkanen lässt sich aber um so leichter konstruiren, als bei den weiter nördlich im Eger'schen Land gelegenen Basalten nicht nur unmittelbar kleinere Brauneisenerzlager auftreten, sondern auch noch heute thätige Eisensäuerlinge.

Freilich sind unsere Eisenerze, wenn auch nicht weit entfernt, so doch auch nicht in unmittelbarer Nähe, und man könnte fragen, warum, wenn wir unsere Säuerlinge als postvulkane Erscheinungen auffassen, diese nicht auf den gleichen Spalten auftreten, wie die Vulkane selbst, die nach Gümbel theils auf hercynischen, theils auf S-N streichenden Spalten aufsitzen.

Die Antwort ist die, dass unsere Basaltberge überhaupt nicht auf Spalten aufgesetzt sind. Ein Blick auf die Karte zeigt schon, dass die Basalte zwar in der Nähe unserer Verwerfungslinien, aber höchst regellos vertheilt sind. So liegen

[1]) Ostb. Grenzg. S. 794.

[2]) Da Gümbel selbst auf Grund dieser Thatsachen (Frankenjura S. 642) ein tertiäres Alter annimmt, so ist es wohl auf ein Versehen zurückzuführen, wenn er auf der vorhergehenden Seite den Vulkanen von Leinleiter und Kulmbach ein geringeres Alter zuschreibt als denen im Osten, weil diese noch den Jura durchbrächen, jene aber auf triasischem und noch älterem Gebirge aufsässen.

die sieben Kulme ohne reihenförmige Anordnung, so liegt der Basalt von Leinleiter westlich, die andern östlich von der Abbruchsspalte von Vilseck-Hollfeld. Gümbel schreibt selbst,[1]) dass Schichtenstörungen bei Aigen, wo ein Basalt den Muschelkalk durchbricht, nicht dem Basalt zugeschrieben werden dürfen, dass man beim Anzenberg, dem Waldecker Schlossberg, den Kulmen, dem Atzmannsberg und dem Hohen Parkstein nirgends eine auffallende Schichtenstörung bemerkt; nur in der Nähe von Waldeck mache sich an einem Hohlweg eine ungewöhnlich starke Zerklüftung des Keupersandsteins bemerkbar. Auf seinen Profilen durch den Rauhen Kulm (Ostb. Grenzg. S. 803, Geol. v. Bayern S. 763) und durch den Hohen Parkstein (Geol. v. Bayern S. 764) zeichnet er zu beiden Seiten des Vulkanschlotes absolut horizontale Schichten, und kommt gleichwohl zu dem Schlusse, aus diesen Thatsachen gehe hervor, dass die Basalte hauptsächlich auf schon vorgebildeten Spalten hervorgedrungen seien. Auch ich habe mich am Hohen Parkstein von der Horizontalität der Keuperschichten überzeugt, nur etwas unter der halben Höhe des Basaltberges habe ich aus dem Verwitterungsboden eine Keupersandsteinscholle vorragen gesehen, vielleicht einen Theil der durchbrochenen Decke, und ich bin zu dem entgegengesetzten Resultat gekommen. Unterdessen ist mir ein Aufsatz von Branco[2]) bekannt geworden, in welchem er zu der von ihm verfochtenen Theorie der Unabhängigkeit der Vulkane von präexistirenden Spalten neue Belegstücke sammelt, briefliche Mittheilungen und Arbeiten von Geikie, Stübel und Löwl. Insbesondere die Anschauung des letzteren[3]) scheint völlig mit den in der Oberpfalz gegebenen Verhältnissen übereinzustimmen, der auf Grund seiner Beobachtungen schliesst, dass die Vulkane zwar auf Bruchregionen beschränkt sind, aber nicht an den Bruchspalten selbst aufsteigen, sondern sich ihren Weg selbst bahnen. Und er schreibt dazu: „Die Beschränkung der Vulkane auf „Bruchregionen, sowie die reihen- oder streifenförmige Anordnung der eruptiven „Bildungen sprechen dafür, dass man die Kraft, welche einzelne magmatische „Schlieren ausquetscht und durch die Erdrinde emportreibt, in dem örtlich ge„steigerten Drucke der Erstarrungskruste zu suchen hat.“[4])

Während aber die Basaltausbrüche aus diesen engen Schlöten erfolgten, konnten die postvulkanischen Erzeugnisse, im besondern die leicht komprimirbaren Gase, den bequemeren Weg der Verwerfungsspalten wählen und hier kam dann auf die geschilderte Weise die Erzablagerung wohl zu Stande.

Nun haben wir oben gesehen, dass unsere Eisenerze verhältnismässig reich an Mangan und Zink sind, und auch Blei führen. Ausserdem sahen wir, dass auf der Freihung-Kirchenthumbacher Spalte ebenda, wo die Eisenerze aufhören, die Bleierze einsetzen, die auch Mangan führen und dass an den kalkigen Liasschichten (z. B. bei den Glassandgruben) die Eisenbildung in geringerem Grade einsetzt. So liegt es nahe zu vermuthen, dass ein innerer Zusammenhang beider Erscheinungen besteht. Der Annahme, dass es sich um eine marine Sedimentation handelt, muss man vor Allem die merkwürdige zerfressene Beschaffenheit des Gesteins entgegenhalten,

[1]) Ostb. Grenzg. S. 802.

[2]) Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. 1898. I. S. 175.

[3]) Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 36. 1886. S. 315. Dieser Auffassung verschliessen sich auch Gegner der extremen Ansicht Stübels, wie Felix und Lenk nicht (siehe Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. Stuttg. 1902. Nr. 15).

[4]) Hinsichtlich der Basaltkegel im nördlichen Böhmen, welche auf Kreideschichten aufgesetzt sind, vgl. F. Toula, Lehrb. d. Geol. Wien 1900. S. 70.

dann ist es schwer zu erklären, woher das Meer seinen grossen Gehalt von Bleisalz bekommen hätte und wie es ausgefällt worden sei. Auch die Auffassung, dass es sich um eine engbegrenzte Bucht handle, in der eine Koncentration zugeführter Bleisalze erfolgt sei, leidet darunter, dass durch Thürach, die gleiche Schicht, die bei Pressath bleiführend ist, bei Creussen bleifrei und kohlige Holzreste, nicht mehr vererzte, führend gefunden wurde.

Pošepny seinerseits nimmt eine epigenetische Imprägnation durch aufsteigende Mineralquellen an. Aber hier kommt ein anderer Umstand in Erwägung, warum nämlich gewisse, eng begrenzte Schichten Bleierze führen, die hangenden und liegenden aber davon völlig frei sind. Pošepny nimmt zur Erklärung an, dass die betreffenden Schichten von einer organischen Substanz erfüllt gewesen sei, die die Metallsalze an sich zog und zu Sulfiden reducirte. Aber wir haben gar keine Anhaltspunkte, dass in diesen Schichten faktisch das der Fall war, dann steht dies auch mit der Beobachtung von Thürach in Widerspruch, dass in der Umgebung der vererzten Hölzer der Sandstein gewöhnlich an Bleierzen arm sei; dies deutet darauf hin, dass soweit die organische Reduktion in Frage kommt diese eine nachträgliche Konzentration bewirkt. Schliesslich ist nicht das im Sandstein fein vertheilte Erz Bleiglanz, sondern Cerussit, und Bleiglanz tritt nur als Vererzungsmittel von richtigen Holzstücken auf und in konkretionärer Form auf Klüften.

Auch wir wollen eine epigenetische Entstehung annehmen, wofür einmal obige Bedenken gegen die syngenetische sprechen, sowie der Umstand, dass der Hauptzug von Freihung—Tanzfleck unmittelbar an der Verwerfungslinie liegt, das Vorkommen von Vilseck in der nächsten Nähe des Bruchrandes; die Wahrscheinlichkeit einer Störungslinie bei Pressath haben wir besprochen, und auch die Angabe Thürachs, dass in dem Kaolinsand zwischen Hirschau und Schnaittenbach Spuren von Weissbleierz enthalten sind, steht damit in Einklang, dass, wie bemerkt, die Freihunger Spalte zwischen Hirschau und Schnaittenbach gegen die Waldgebirgsecke zu wahrscheinlich fortstreicht, wie auch Gümbel in der seiner Geologie von Bayern beigegebenen Uebersichtskarte die Spalte hier durchführt.

Zur Erklärung aber, warum die Erze gerade an gewisse Schichten gebunden sind, brauchen wir nicht anzunehmen, dass ehmals organische Substanz darin enthalten war, sondern sie ist dem bereits von Gümbel betonten Umstand gegeben, dass diese Schichten Kaolin, zum Theil in grosser Quantität, führen. Die Mineralösungen durchdrangen wohl von den Spalten aus den ganzen Schichtenkomplex. Bei der Passierung des Kaolinsandsteins jedoch erfolgte die Ausfällung. Dieser von du Bois-Reymond als Adsorption bezeichnete Vorgang ist in der Chemie längst bekannt. So schreibt Fehling[1]): „Kohle und Thon scheiden manche Körper „aus ihren Lösungen ab, indem sie dieselben absorbiren und dadurch dem Lösungs„mittel entziehen. Selbst Metalloxyde werden aus Lösungen niedergeschlagen „(Fällen von Kupfer und Blei aus Salzlösungen); Thon entzieht den wäss„rigen Lösungen viele Salze, besonders Phosphate, Kalisalze.“ Ch. v. Otto[2]) sagt: „Als zersetzende Wirkungen pflegt man auch wohl die sogenannten Flächen„wirkungen zu betrachten. Körper, welche eine grosse Oberfläche in kleinem „Raume haben, nämlich poröse Körper, wie Holzkohle, Knochenkohle nehmen aus „Lösungen manche gelöste Stoffe weg. Aus einer Lösung des Kalks im Wasser

[1]) Neues Handwörterb. d. Chemie. III. 1878. S. 183.

[2]) Graham-Otto, Ausf. Lehrb. d. Chemie. Anorg. Ch. I. Abth. 4. Aufl. 1863. S. 37.

„nimmt Knochenkohle den Kalk weg.“ Neuerdings ist in der Theorie eine Controverse aufgetaucht, ob man diese Wirkung als eine rein physikalische Flächenwirkung auffassen dürfe oder nicht, was aber für uns ohne Belang ist. Interessanter scheinen zur Beurtheilung unseres Prozesses Experimente von Linder und Picton, sowie Zsigmondy,[1]) die sog. kolloidale Lösungen von Eisenoxyd und Schwefelarsen hergestellt haben, die durch gewöhnliche Filtrationsmethoden nicht zu trennen sind, wohl aber durch die Filtration durch poröse Thonzellen. Ferner die Arbeiten van Bemmelen's, der übrigens wieder zu dem Wort „absorbiren“, obzwar er auch den Unterschied der Adsorption allenfalls gelten lässt, zurückkehrt. Dieser schreibt u. a.[2]): „Die Gels, ebenso poröse amorphe Stoffe (Kohle, Kaolin u. s. w.) „können allerhand chemische Verbindungen aus homogenen Lösungen absor„biren: Elemente, anorganische und organische Säuren, Basen, Salze u. s. w. So „z. B. der Hydrogel von Al_2O_3 und der Hydrogel von Fe_2O_3: Schwefelsäure, „Alkalien, Alkalisalze wie K_2SO_4, KNO_3, $(NH_4)_2SO_4$ — noch stärker das Carbonat von K und $(NH_4)_4$.“ In derselben Arbeit (S. 323) berichtet er: „Lagergren hat „neuerdings aus thermodynamischen Berechnungen abgeleitet, dass der mittlere „Druck, worunter die gesammten Flüssigkeitsschichten in Kieselsäure, Thierkohle, „Kaolin oder auf Glaspulver absorbirt sind, einige tausend (7—10) von Atmo„sphären beträgt und dass daraus die bei der Absorption entwickelte Wärme zu „erklären ist.“

Wenn wir also diesen Vorgang der Adsorption für unser Freihunger Erz in Anspruch nehmen, und wir können das um so eher, als die Vertheilung des Kaolins in dem Sandstein eine weit feinere ist, als sie etwa durch poröse Thonzellen erreichbar ist, so erklärt sich auch, wie es kommen konnte, dass die Hölzer in dem Sandstein, die jedenfalls längst in den Verkohlungsprocess eingetreten waren, noch die reduzirende Wirkung auf die Bleisalze ausüben konnten. Denn durch die hohe Adsorptionswärme wurde aus der Kohle das Bitumen freigemacht, ähnlich wie man bei der Brikettirung durch Erwärmung das Bitumen freimacht, und dieses konnte dann als Flüssigkeit reduzirend einwirken. Da Bemmelen und die anderen Autoren ausdrücklich darauf hinweisen, dass die Adsorption eine auswählende ist und viele Stoffe aus zunächst nicht nachweisbaren Gründen nicht gefällt werden, so könnte man vielleicht annehmen, dass das in der Minerallösung mitenthaltene Eisenoxydulbicarbornat unzersetzt hindurchging, während Mangancarbonat niedergeschlagen wurde, wenn man überhaupt die Annahme billigt, dass beide Arten von Lagerstätten der gleichen Bildung angehören.[3])

Sind nach dem Vorausgehenden also die an den Spalten auftretenden Eisenerze als durch metasomatische Processe entstanden zu denken, so fragt es sich, ob man die gleiche Entstehung auch für die über das Juraplateau verstreuten Eisenerze annehmen darf. Für die den Spalten benachbarten kann man dies wohl thun; denn unter Bedeckung, die ja dort vorhanden ist, können, wie Bischof (a. a. O.) nachwies, die Säuerlinge ihren Verlauf in horizontalen Kanälen nehmen, bis sie Gelegenheit zum Absatz finden. Für die weiter entfernten und die der Bedeckung

[1]) Ueber die Natur d. sog. koll. Metallösungen. Zeitschr. f. Phys. Chem. 33. 1900. S. 66.

[2]) Die Absorption von Stoffen aus Lösungen. Zeitsch. f. Anorg. Chem. 23. 1900. S. 323.

[3]) Oberflächliche Untersuchungen ergaben auch für die den Freihunger verwandten Erze von Mechernich, Münster-Eifel und Chessy bei Lyon (Kupferlasur) einen bemerkenswerthen Gehalt an Kaolin (und Thon allgemein). Vgl. auch Blanckenhorn, Die Trias am Nordrand der Eifel. 1885. S. 8, 12, 17, 24.

entbehrenden müsste man allenfalls annehmen, dass in seitlich abzweigenden Kanälen oder an Querspalten, die aber nicht nachgewiesen sind, aufsteigende Quellen dies bewirkt hätten. Allein diese komplicirte Annahme wird unnöthig gemacht durch die erhebliche Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung beider Erze. Nicht nur, dass Eisenspath oder ähnliche Vorkommnisse, die auf Substitution hinweisen, hier gänzlich mangeln, sondern es ist auch das Erz an den Spalten weit reichhaltiger als das in den Farberdeputzen, abgesehen von den glaskopfartigen Brauneisenschalen, die wohl durch Concentration entstanden sind. Für diese Vorkommnisse wäre vielleicht besser die Entstehung durch Verwitterungsprocesse des Kalks anzunehmen, wie sie für die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten Delkeskamp[1]) beschrieben hat.

Zur Beurtheilung mögen einige Analysen dienen:

A. Eisenerze von der Amberger Spalte.

I.	Fe_2O_3	71,32%	Klarerze
	MnO_2	0,61%	
	Al_2O_3	2,92%	
	P_2O_5	1,98%	
	SiO_2	12,82%	
	Hydratwasser	9,70%	
	Hygrosk. Wasser und Verlust	0,60%	
		99,65%	
II.	Fe_2O_3	87,62%	Stuferz
	MnO_2	0,35%	
	P_2O_5	1,02%	
	Wasser	9,17%	
	In Salzsäure Unlösliches	1,84%	
		100,00%	
III.	Fe_2O_3	73,0%	Durchschnitt aus 27 Analysen
	MnO_2	0,5%	
	P_2O_5	1,8%	
	Wasser	10,3%	
	Unlösliches	14,4%	
		100,0%	
IV.	Fe_2O_3	85,98%	Stuferz
	Mn_2O_3	0,37%	
	P_2O_5	0,10%	
	Hydratwasser	10,27%	
	Hygr. Wasser u. Verlust	0,93%	
	Unlösliches	2,36%	
		100,01%	

[1]) Zeitsch. f. prakt. Geol. 1901. S. 356. Vgl. auch J. W. Harden, Trans. of the Am. Inst. of Min. Eng. 1873 vol. I. p. 136; J. P. Lesley, Proceed. of the Am. Phil. Soc. vol. IX. p. 463; ders. Final Report of the Soc. Penns. Geol. Surv. p. 364; im Auszug bei T. C. Hopkins, Cambro-Silurian Limonite ores. Bull. Geol. Soc. Am. 11. 1900. S. 500 und 501.

V.	Fe_2O_3	82,81 %	Rotheisen-
	Al_2O_3	1,33 %	knollen von
	P_2O_5	0,02 %	Etzmannsberg
	Wasser	0,84 %	
	Al_2O_3 in Salzsäure	1,97 %	
	SiO_2 unlöslich	12,68 %	
		99,65 %	

I, II und III sind von Dr. Schober, IV und V von mir angefertigt.

B. Erze, bzw. Farberden von den Farberdenestern.

I.	Fe_2O_3	37,76 %	Amberger
	Al_2O_3	14,21 %	Farberde
	SiO_2	33,23 %	
	MgO	1,38 %	
	H_2O	13,24 %	
		99,94 %	

II.	Fe_2O_3	84,00 %	fälschlicher
	SiO_2	0,50 %	Goldocker von
	Thonrückstand	1,50 %	Haag
	Mn_2O_3	0,40 %	
	CaO	Spuren	
	MgO	Spuren	
	H_2O	13,80 %	
		100,20 %	

III.	Fe_2O_3	20,20 %	gewöhnl. Gelb-
	SiO_2	0,50 %	erde von Haag
	Thonrückstand	**69,20 %**	
	Mn_2O_3	Spuren	
	H_2O	10,00 %	
		99,90 %	

		IVa	Va	
IV. u. V.	Fe_2O_3	18,96 %	19,33 %	IV. Amberger Gelb
	SiO_2	0,87 %	—	von Germersdorf
	Thonrückstand	65,93 %	70,22 %	V. Farberde von
	Al_2O_3	3,54 %	Spuren	Haidweiber
	Mn_2O_3	Spuren	Spuren	
	H_2O	10,40 %	10,00 %	
		99,70 %	99,55 %	

I—Vb mitgetheilt in Gümbel, Ostb. Grenzg. S. 464 f.

Thonrückstand von		IVb	Vb (reducirt auf Proc. des Rückstandes.)
IVa und Va	SiO_2	52,44%	70,0%
	Al_2O_3	13,35%	24,7%
	Fe_2O_3	—	4,9%
	CaO	0,03%	0,03%
	MgO	0,05%	0,05%
	P_2O_5	0,02%	0,01%
	Alkalien	0,04%	Spuren
		65,93%	99,69%

C. Analysen in Frage stehender Kalksteine und Dolomite.

		I.	II.	III.
I—III.	CaO	49,22%	52,86%	53,41%
	MgO	1,92%	1,66%	0,26%
	CO_2	40,81%	43,42%	42,24%
	Fe_2O_3	**1,50%**	**0,15%**	**0,30%**
	SiO_2	**3,43%**	**0,76%**	**2,51%**
	TiO_2 Thon	0,01%	Spur	Spur
	Al_2O_3	**1,43%**	**0,50%**	**0,56%**
	MnO	—	**0,39%**	Spur
	Alkalien	0,47%	0,26%	0,34%
	P_2O_5	0,11%	0,17%	0,08%
	Wasser u. Organisches	0,98%	—	0,43%
		99,88%	100,17%	100,13%

I. Röthlichgelber feinkörniger Kalk aus dem Eisenerzbergbau von Amberg (in den Opalinusthon eingefaltete Scholle).

II. Schwärzliches dolomitisches Gestein aus der Krottenseer Höhle.

III. Pseudoolithischer Schwammkalk von Schafhof bei Löhlitz, Oberfranken.

		IV.	V.
IV. u. V.	CaO	32,67%	34,70%
	MgO	18,38%	17,72%
	CO_2	45,94%	46,65%
	SiO_2	0,46%	0,09%
	TiO_2	Spuren	Spuren
	Al_2O_3	0,27%	0,05%
	Fe_2O_3	0,19%	0,08%
	Mn_2O_3	Spuren	—
	Alkalien	1,05%	0,54%
	P_2O_5	Spuren	0,09%
	Wasser und Org.	1,13%	—
		100,09%	99,92%

IV. Sog. Putzkalk von Brunn bei Pegnitz.

V. Sandige Dolomite bei Brunn, unfern Laber.

I—V. Ausgeführt von Schwager, mitgetheilt von Gümbel in Frankenjura.

Bei der Verwitterung der Kalksteine werden vornehmlich Kalk und Alkalien, dann das schwerer lösliche Magnesiacarbonat weggeführt, und es hinterbleibt ein ganz oder nahezu kalkfreies Residuum, das aus den für gering kohlensäurehaltige Tagewässer so gut wie unlöslichen Stoffen, nämlich Eisenoxyd, allenfalls Manganoxyden, ferner Kieselsäure und Thon besteht. Wenn also eine Eisenanreicherung auf diese Weise entstanden ist, so wird das Verhältnis der unlöslichen Stoffe, insbesondere des Thons zum Eisenoxyd sich nicht wesentlich ändern. Dabei können allerdings, wie erwähnt, Concentrationsvorgänge im kleinen mitspielen, welche Thonlagen und Eisenschalen bilden, die dann für sich analysirt eine andere Proportion ergeben. Im grossen Ganzen muss sich aber die Verhältnismässigkeit bewähren. Wenden wir dies auf unseren Fall an, so ergibt sich für die angeführten Kalksteine das Verhältnis von

	Eisenoxyd und Manganoxyden		zu Thon und freier Kieselsäure
I. wie	0,31	„	1
II.	0,44	„	1
III.	0,10	„	1
IV.	0,26	„	1
V.	0,60	„	1
bei den Farberden:			
I. wie	0,60	„	1
II.	42,0	„	1
III.	0,30	„	1
IV.	0,27	„	1
V.	0,27	„	1
bei den Erzen von den Spaltenbildungen:			
I. wie	4,5	„	1
II.	44	„	1
III.	5,1	„	1
IV.	36	„	1
V.	5,2	„	1.

Wenn man also von den lokalen Concentrationen absieht, so ergibt sich das Resultat, dass bei den über das Plateau verstreut auftretenden Erz- und Farberdeputzen in der That das Verhältnis der unlöslichen Bestandtheile das gleiche ist wie in den Kalksteinen, aus denen sie hervorgegangen sein dürften, dass dagegen bei den Erzen, wiederum von den Stuferzen abgesehen, das Verhältnis des Eisenoxyds zum Thonrückstand ein zehn Mal so grosses ist, als beim Kalk. Dass übrigens an manchen Stellen durch die Verwitterung Farberdenester hervorgehen können, die reicher an Mangan als an Eisen sind, wie solche weiter oben erwähnt sind, geht aus der Analyse C II hervor, wo im Kalkstein das Verhältnis von Manganoxydul zu Eisenoxyd gleich 39 : 15 angegeben ist.

Schwieriger zu erklären ist die Bildung des Goldockers von Haidweiher, der nicht nur stöchiometrisch die Formel eines Eisenoxydsilikates gab, sondern der sich auch nach Gümbels Angaben ohne Rest unter vollständiger Gallertbildung in Salzsäure löst. Vielleicht darf man sich seine Bildung im Zusammenhang mit

der Verkieselung des ihn direkt überlagernden Tripels vorstellen, wobei es allerdings nicht leicht sein dürfte, eine einwandfreie Erklärung des Vorganges zu geben.

Es obliegt mir noch die angenehme Pflicht, auch an diesem Platze der Direktion der obersten Behörden des bayrischen Bergwesens, ferner Herrn Oberbergrath Prof. v. Ammon, Herrn k. Bergmeister Gruber in Amberg und die Beamten der Maximilianshütte, Herren Bergingenieur Klein, Bergverwalter Brückmann und Schäfer für das vielfach bewiesene Entgegenkommen ehrerbietigen und herzlichen Dankes zu versichern.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

I. Einleitung 5
Die Litteratur über die Amberger Eisenerze.

II. Der Amberger Erzberg 8
Lageübersicht und Liegendes des Erzlagers S. 8; der Erzkörper S. 10; das Hangende S. 13.

III. Die übrigen Erzvorkommnisse der Amberger Verwerfungslinie . . . 18
Nördliche Fortsetzung des Erzzugs S. 18; Zeche Caroline S. 19; Etzmannsberg S. 20; Frommschacht S. 22; weitere Erstreckung der Spalte S. 22; Fortsetzung nach Süden S. 24.

IV. Die Vilseck-Auerbacher Verwerfungslinie 26
Grossschönbrunn S. 26; Feld Minister Falk S. 26; die Leoniezeche bei Auerbach S. 28.

V. Die Freihung-Kirchenthumbacher Verwerfung 31
Tanzfleck S. 31; die Freihunger Bleierze S. 32; Sassenreuth S. 34.

VI. Die Farberdenester des Juraplateaus 35
Ausscheidung heterogener Vorkommnisse S. 35; die Farberdenester S. 37.

VII. Deutung der Lagerstätten 38
Metasomatische Entstehung und jungtertiäres Alter der Spaltenerze S. 38; Zusammenhang mit den Basaltbergen der Umgebung S. 42; die Genesis der Bleierze durch Adsorption S. 43; die Farberdenester als Verwitterungsresidua S. 45.

Curriculum vitae.

Ich bin geboren am 24. März 1879 zu Ulm und habe mich nach Absolvirung des k. Luitpoldgymnasiums zu München im Jahre 1898 dem Studium des Berg- und Hüttenwesens zugewandt. Nachdem ich die praktische Vorlehre auf bayrischen ärarialischen Berg- und Hüttenwerken durchgeführt hatte, bezog ich im Sommersemester 1899 für die Dauer von drei Semestern die k. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München, alsdann im Wintersemester 1900/1 die k. Bergakademie zu Berlin auf ein Jahr, um darauf im Jahre 1901/2 auf der Universität zu München meine Hochschulstudien zu einem Abschluss zu bringen. Während meiner Münchener Studienzeit besuchte ich als Hospitant auch die k. technische Hochschule.